В. Оствальдъ,
профессоръ химіи въ Лейпцигскомъ университетѣ.

Школа Химіи

основныя свѣдѣнія по химіи въ общедоступномъ изложеніи.

I

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

съ 46 рисунками и портретомъ.

ПЕРЕВЕЛЪ СЪ НѢМЕЦКАГО

Е. И. Кентманъ.

ПОСТАВЩ. ДВОРА ЕГО ВЕЛИЧЕСТВА КНИГОПР. СКОРОПЕЧ. А. А. ЛЕВЕНСОНЪ
МОСКВА, ТВЕРСКАЯ, НИКИТСКІЙ ПЕР., СОБ. Д.
1904.

Дозволено цензурою. Москва, 7 апрѣля 1904 года.

W. C. Strouse

ОГЛАВЛЕНІЕ.

		Стр.
1.	Вещества	1
2.	Свойства	5
3.	Однородныя вещества и смѣси	10
4.	Растворы	16
5.	Плавленіе и затвердѣваніе	22
6.	Испареніе и кипѣніе	27
7.	Объ измѣреніи	35
8.	Плотность	45
9.	Форма состоянія тѣлъ	52
10.	Горѣніе	60
11.	Кислородъ	69
12.	Соединенія и составныя части	79
13.	Элементы	89
14.	Легкіе металлы	100
15.	Тяжелые металлы	110
16.	Еще о кислородѣ	114
17.	Водородъ	127
18.	Гремучій газъ	136
19.	Вода	149
20.	Ледъ	160
21.	Водяной паръ	168
22.	Азотъ	179
23.	Воздухъ	188
24.	Постоянство и точность	198
25.	Расширеніе воздуха при нагрѣваніи	207
26.	Вода въ воздухѣ	216
27.	Углеродъ	222
28.	Окись углерода	233
29.	Двуокись углерода	236
30.	Сажа	244

Предисловіе къ русскому изданію.

Имя почтеннаго автора „Школы химіи“ настолько извѣстно всѣмъ натуралистамъ по его научнымъ заслугамъ и многочисленнымъ учебникамъ, что его новый трудъ не нуждается въ особой рекомендаціи. Неспеціалистамъ имя проф. Оствальда тоже извѣстно, главнымъ образомъ, по вышедшей два года назадъ на русскомъ языкѣ „Натуръ - философіи“. Кромѣ того, проф. Оствальдъ такъ ясно и обстоятельно изложилъ въ своемъ предисловіи цѣли и намѣренія, руководившія имъ при составленіи настоящей книги, что останавливаться на этомъ еще разъ было бы совершенно излишне.

Въ виду этого ограничимся лишь указаніемъ на особенности данной книги въ дидактическомъ отношеніи. „Школа химіи“ заслуживаетъ особаго вниманія по удачно выбранному и выполненному методу изложенія, внѣшней формой выраженія котораго Оствальдъ выбралъ діалогъ. Этотъ методъ позволяетъ читателю съ неослабѣвающимъ интересомъ слѣдить за изложеніемъ предмета и въ то же время пріучаетъ его самостоятельно мыслить и основательно продумывать каждый затронутый вопросъ во всей, доступной для начинающаго, полнотѣ. На это мы обращаемъ особенное вниманіе читателя.—Живость разговорной рѣчи, строгая послѣдовательность

изложенія, умѣніе на простыхъ примѣрахъ выяснить сложные общіе вопросы химіи, умѣніе заинтересовать читателя и заставить его вникать и вдумываться въ явленія окружающей природы, — все это дѣлаетъ „Школу химіи“ особенно пригодной для цѣлей самообразованія и позволяетъ рекомендовать ее учащемуся юношеству, впервые приступающему къ изученію химіи, а также тѣмъ, кто желаетъ составить себѣ о химіи общее понятіе, отвѣчающее современному состоянію этой науки.

Многочисленные, удачно подобранные опыты такъ подробно описаны, такъ просты и въ большинствѣ случаевъ легко выполнимы, что, конечно, не составятъ затрудненія даже для неопытнаго экспериментатора.

Что касается настоящаго перевода, то въ одномъ только случаѣ было допущено отступленіе отъ подлинника. Предлагаемый Оствальдомъ терминъ Formart (родъ формы), взамѣнъ общепринятаго теперь —аггрегатное состояніе, переданъ словами — форма состоянія тѣлъ, или просто—форма состоянія. Такой передачей имѣлось въ виду сразу ввести читателя въ кругъ опредѣленныхъ понятій, извѣстныхъ ему изъ курса физики, и въ то же время сохранить характерную особенность нѣмецкаго термина.

Вообще, были приложены всѣ старанія, чтобы сдѣлать переводъ достойнымъ оригинала. Въ какой мѣрѣ это удалось—пусть судятъ читатели.

Москва, Мартъ 1904 г.

Е. Кентманъ.

Предисловіе къ нѣмецкому изданію.

Причины, побудившія меня составить настоящую книжку, отчасти лежатъ въ прошломъ, отчасти касаются будущаго. Однѣ изъ нихъ коренятся въ чувствѣ благодарности, которымъ я до сихъ поръ преисполненъ къ „Школѣ химіи“ покойнаго Штекгарда. Мое послѣдующее участіе въ области химіи было заранѣе опредѣлено счастливой судьбой, пославшей мнѣ въ руки именно это мастерское произведеніе въ качествѣ перваго учебника химіи. И хотя мнѣ пришлось потомъ заниматься преимущественно общими вопросами науки, тѣмъ не менѣе,—благодаря необычайной простотѣ изложенія предмета въ названной книжкѣ и тому умѣнію, съ которымъ приноровленъ матеріалъ въ ней къ степени развитія и пониманія начинающаго,—я все-таки не утратилъ способности относиться ко всему съ эмпирической точки зрѣнія. Поэтому предложеніе написать современнаго „Штекгарда“, сдѣланное мнѣ именно той фирмой, которая выпустила въ свое время упомянутую книжку, было для меня и лестно, и въ то же время очень пріятно, такъ какъ дало мнѣ возможность заплатить старый долгъ благодарности.

Въ этомъ состоитъ связь настоящей книжки съ прошлымъ. Связь съ будущимъ вытекаетъ изъ подобныхъ же соображеній.

За послѣднее столѣтіе химія сдѣлала громадные успѣхи. Особенно содѣйствовала этому Германія. Здѣсь, благодаря работѣ не одной тысячи прилеж-

ныхъ рукъ, при поддержкѣ учебныхъ заведеній, ставшихъ образцовыми для всего культурнаго міра, возникла, при постоянномъ взаимодѣйствіи науки и техники, химія, какъ наука. Все увеличивающееся практическое значеніе этой науки, служа для нея постояннымъ испытаніемъ, въ то же время указываетъ, повидимому, на здоровый ростъ ея. Органическая химія развивалась почти исключительно въ сторону накопленія и систематики. И еще до сихъ поръ подготовка значительнаго большинства будущихъ химиковъ идетъ въ этомъ направленіи, при чемъ анализъ проходится ими слишкомъ торопливо.

И это, какъ всякое, слишкомъ поспѣшно полученное развитіе, имѣетъ свою опасную сторону, на которую обязанъ своевременно указать каждый, кто пытается заглянуть немного дальше завтрашняго дня. Неорганическая химія пріобрѣла значеніе науки раньше органической. На ряду съ техникой органическихъ соединеній существуетъ техника соединеній неорганическихъ, какъ основа всей вообще химической техники. Поэтому первыми забили тревогу техники: они требовали помощи и указывали на недостаточность подготовки молодыхъ химиковъ для рѣшенія болѣе широкихъ задачъ, такъ какъ эта молодежь изучала почти исключительно органическую химію. И тотчасъ же съ характерной для Германіи солидарностью науки и техники представители первой взялись за разрѣшеніе этой проблемы.

Изъ массы средствъ, предложенныхъ для устраненія опасности, грозящей односторонному развитію химіи, я считаю самымъ дѣйствительнымъ слѣдующее. Необходимо воспользоваться тѣми плодами, которые развились за послѣднее десятилѣтіе на

почвѣ самой науки: это—общей и физической химіей. Такъ какъ онѣ занимаются вопросами, которые въ равной мѣрѣ лежатъ въ основѣ какъ органической, такъ и неорганической, какъ чистой, такъ и прикладной химіи, то естественно, что онѣ должны лечь въ основу всякаго серьезнаго химическаго образованія, а слѣдовательно, и въ основу преподаванія химіи, начиная съ первыхъ шаговъ знакомства съ ней. Въ цѣломъ рядѣ учебниковъ, различнаго объема и преслѣдующихъ различныя цѣли, я старался передать какъ образованнымъ спеціалистамъ, такъ и изучающимъ химію и родственныя ей науки, знаніе этихъ основныхъ положеній химіи соотвѣтственно современному состоянію науки. Постоянныя занятія этимъ предметомъ совмѣстно съ постепенно пріобрѣтаемой опытностью окончательно укрѣпили давно сложившееся убѣжденіе въ необходимости вести преподаваніе въ этомъ духѣ съ первыхъ же ступеней, а также убѣдили меня въ возможности такой постановки преподаванія. Настоящая книга и является результатомъ направленныхъ къ тому усилій.

Въ виду этого необходимо сказать, что настоящій томикъ представляетъ введеніе, первую часть, за которой вскорѣ послѣдуетъ вторая, систематическая; въ общемъ обѣ части составятъ около 30 печатныхъ листовъ. Избранный мною способъ изложенія въ формѣ діалога кажется мнѣ, послѣ нѣсколькихъ попытокъ, наиболѣе подходящимъ. Я убѣдился, что для достиженія дидактическихъ цѣлей онъ требуетъ не больше мѣста, нежели послѣдовательное изложеніе, но въ то же время оказы-

вается гораздо живѣе и производитъ болѣе сильное впечатлѣніе. И я надѣюсь, что на него взглянутъ какъ на результатъ моей многосторонней педагогической опытности, а не какъ на случайную внѣшнюю форму.

В. Оствальдъ.

Лейпцигъ, Май 1903 г.

1. Вещества.

Учитель. Сегодня мы займемся совершенно новымъ для тебя предметомъ; ты будешь изучать химію.

Ученикъ. Что же такое химія?

Учитель. Химія есть часть естествознанія. Ты уже знаешь многое о животныхъ и растеніяхъ и знаешь также, что ученіе о животныхъ называютъ зоологіей, а ученіе о растеніяхъ—ботаникой.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, химія есть ученіе о камняхъ.

Учитель. Нѣтъ, послѣднее называется минералогіей. Но химія родственна минералогіи. И минералогія—не только ученіе о камняхъ, но также о всѣхъ другихъ веществахъ, которыя находятся въ земной корѣ, какъ сѣра, золото, уголь... Это же относится и къ химіи. Кромѣ того, къ химіи относятся еще такія, напр., вещества, какъ сахаръ, стекло, желѣзо, которыя не находятся въ землѣ, а приготовляются искусственно изъ другихъ веществъ. Химія есть ученіе о всѣхъ веществахъ, какъ искусственныхъ, такъ и естественныхъ.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, яблоня тоже относится къ химіи.

Учитель. Нѣтъ, потому что яблоня не есть вещество.

Ученикъ. Но она вѣдь—дерево, а дерево есть вещество.

Учитель. Да, но, кромѣ того, яблоня содержитъ въ себѣ еще кое-что другое, такъ какъ ея листья и плоды состоятъ не изъ дерева, а изъ другихъ веществъ. Всѣ эти вещества, взятыя въ отдѣльности, принадлежатъ къ области химіи, но чтобы получить ихъ каждое отдѣльно, надо разложить, разрушить яблоню.

Ученикъ. Что же, въ такомъ случаѣ, разумѣютъ подъ веществомъ?

Учитель. Двумя словами этого не выразишь. Но я хочу убѣдиться, не знаешь ли ты самъ этого и только, можетъ-быть, не умѣешь выразить. Скажи, что у меня въ рукѣ?

Ученикъ. Кажется, сахаръ.

Учитель. Почему ты такъ думаешь?

Ученикъ. Потому что сахаръ, который лежитъ въ сахарницѣ, имѣетъ точно такой же видъ. Дай мнѣ попробовать. Да, это сахаръ: онъ сладокъ на вкусъ.

Учитель. Можетъ-быть, ты знаешь другіе признаки, по которымъ можно узнать сахаръ?

Ученикъ. Да, онъ дѣлаетъ пальцы липкими; этотъ—тоже.

Учитель. Слѣдовательно, если тебѣ дадутъ въ руки какое-нибудь вещество и спросятъ: не сахаръ ли это, ты всегда узнаешь его. И ты узналъ его сначала по внѣшнему виду, затѣмъ—по его вкусу и клейкости. Эти признаки называютъ свойствами. Ты узнаешь сахаръ по его свойствамъ. Сахаръ есть вещество. Вещества узнаютъ, слѣдовательно, по ихъ свойствамъ. Какъ ты думаешь всѣми ли признаками какого-нибудь вещества можно воспользоваться для его опредѣленія?

Ученикъ. Конечно, если я ихъ знаю.

Учитель. Посмотримъ. Сколько существуетъ различныхъ видовъ сахара? Ты знаешь сахаръ въ кускѣ и мелкій сахаръ, или сахарный песокъ. Оба вида представляютъ сахаръ, ибо, если ты истолчешь въ ступкѣ кусокъ сахару, то получишь мелкій сахаръ.

Ученикъ. Да. Такимъ образомъ, оба представляютъ одно и то же!

Учитель. Оба они состоятъ изъ одного и того же вещества—сахара. Но одно изъ его свойствъ измѣнилось. Внѣшній видъ предмета служитъ также его признакомъ. Однако его можно по желанію измѣнить, хотя вещество предмета останется неизмѣненнымъ. То же самое и съ количествомъ. Совершенно безразлично, будетъ ли сахарница полна, или почти пуста: то, что въ ней лежитъ, всегда будетъ саха-

ромъ. Слѣдовательно, видъ и количество не принадлежатъ къ числу такихъ свойствъ, по которымъ можно распознавать вещества.—А сахаръ вещество теплое или холодное?

Ученикъ. Я не знаю... Онъ можетъ быть и теплымъ и холоднымъ.

Учитель. Вѣрно. Слѣдовательно, теплота тоже не служитъ признакомъ, по которому мы могли бы узнать сахаръ.

Ученикъ. Да; иначе, впрочемъ, и не можетъ быть, такъ какъ можно взять большой кусокъ сахару или маленькій, нагрѣть его или охладить, какъ угодно, все равно,—сахаръ останется тѣмъ же сахаромъ.

Учитель. Видишь, теперь мы разобрались съ тобой. Среди различныхъ свойствъ каждаго вещества есть всегда такія, которыхъ нельзя измѣнить. Такъ, ты всегда найдешь, что сахаръ сладокъ на вкусъ и дѣлаетъ пальцы липкими. Но его величину, форму и теплоту можно измѣнять. Каждое данное вещество имѣетъ опредѣленныя, неизмѣнныя свойства, и каждый предметъ получаетъ названіе того вещества, опредѣленными и неизмѣнными свойствами котораго онъ обладаетъ, независимо отъ того, теплъ онъ или холоденъ, великъ или малъ, и вообще, каковы бы ни были всѣ перемѣнныя свойства его. Часто предметъ въ зависимости отъ употребленія, которое ему даютъ, или благодаря своему виду, получаетъ названіе, отличное отъ того, которое принадлежитъ составляющему его веществу. Въ такихъ случаяхъ говорятъ: предметъ состоитъ изъ опредѣленнаго вещества.

Ученикъ. Это для меня не совсѣмъ ясно.

Учитель. Вотъ, посмотри, что у меня въ рукахъ?

Ученикъ. Это—иголка, а это—ножницы.

Учитель. Что-же, по-твоему, иголка и ножницы—вещества?

Ученикъ. Я не знаю навѣрно.—Нѣтъ, я не думаю.

Учитель. Если ты желаешь это знать, то ты долженъ предложить себѣ вопросъ: изъ чего состоитъ эта вещь, или —изъ чего она сдѣлана; тогда, въ большинствѣ случаевъ, ты нападешь на названіе вещества. Изъ чего сдѣланы иголка и ножницы?

Ученикъ. Изъ желѣза. Значитъ, желѣзо есть вещество?

Учитель. Понятно! Всякій кусокъ желѣза, большой или маленькій, холодный или теплый, безразлично, называется желѣзомъ.

Ученикъ. Слѣдовательно, и бумага есть вещество, такъ какъ книга сдѣлана изъ бумаги, и дерево—вещество, такъ какъ столъ сдѣланъ изъ дерева, и изразецъ—вещество, такъ какъ печь сдѣлана изъ изразцовъ.

Учитель. Оба первые примѣра правильны, послѣдній—нѣтъ. Останется ли изразецъ изразцомъ, если его разбить и истолочь?—Нѣтъ. Названіе изразецъ принадлежитъ предмету, имѣющему опредѣленный видъ, а не веществу. Но изъ чего дѣлаютъ изразцы?

Ученикъ. Изъ глины.

Учитель. А глина—вещество, или нѣтъ?

Ученикъ. Да... Нѣтъ... Конечно, да! Если я истолку глину, то она все-же останется глиной.

Учитель. Совершенно вѣрно. Этимъ пріемомъ ты можешь иногда помочь себѣ, въ случаѣ явится сомнѣніе. Сначала спроси себя: изъ чего состоитъ эта вещь; если у тебя отвѣтъ готовъ, спроси опять: изъ чего состоитъ это; и если дальше не находишь отвѣта, то спроси: останется ли оно тѣмъ же, если я его совершенно разобью. И если въ этомъ случаѣ ты можешь себѣ отвѣтить—да, то знай, что ты отыскалъ вещество.

Ученикъ. Стало-быть, существуетъ необыкновенно много разныхъ веществъ!

Учитель. Безъ сомнѣнія. Существуетъ очень много веществъ, много больше, нежели ты знаешь названій. И всѣ эти вещества относятся къ химіи.

Ученикъ. Ахъ, въ такомъ случаѣ я никогда не изучу химіи. Ужъ лучше совсѣмъ не начинать!

Учитель. Ты знаешь городской лѣсъ?

Ученикъ. Да, очень хорошо. Ты можешь завести меня куда угодно, я никогда тамъ не заблужусь.

Учитель. Но вѣдь ты, конечно, не знаешь тамъ каждого отдѣльнаго дерева. Какъ же ты не собьешься?

Ученикъ. Но я знаю всѣ дороги!

Учитель. Вотъ видишь! Такъ же мы поступимъ и съ химіей. Мы не будемъ изучать въ отдѣльности всѣ вещества, какія только существуютъ, но мы хотимъ изучить тѣ грани, которыя раздѣляютъ эти безчисленныя вещества и которыя позволяютъ постепенно переходить отъ одной группы ихъ къ другой. Если ты будешь знать главные пути, то въ химіи сумѣешь разобраться. А потомъ ты можешь свернуть съ главнаго пути и подробнѣе изучить отдѣльныя мѣста. И ты увидишь, что изучать химію такъ же пріятно, какъ гулять въ лѣсу.

---

2. Свойства.

Учитель. Теперь раскажи то, что ты выучилъ въ прошлый разъ.

Ученикъ. Химія есть наука о веществахъ, а веществомъ называется все то, изъ чего состоятъ разныя вещи.

Учитель. Первое вѣрно, второе не совсѣмъ. Музыкальная вещь состоитъ вѣдь изъ тоновъ. А развѣ тонъ—вещество?

Ученикъ. Тонъ можно назвать тѣмъ веществомъ, изъ котораго слагается музыка.

Учитель. Да, образно можно такъ выразиться. Но на языкѣ науки названіе вещества относятъ къ такимъ только тѣламъ, которыя имѣютъ вѣсъ.

Ученикъ. На основаніи чего же такъ ограничиваютъ значеніе словъ.

Учитель. По необходимости. Въ обыденной жизни значеніе словъ бываетъ не особенно точно, какъ это ты сейчасъ самъ показалъ. Но въ наукѣ мы ставимъ своей задачей выражаться возможно опредѣленнѣе, и потому словамъ повседневной жизни въ ней даютъ точно установленное значеніе. Послѣднее близко подходитъ къ значенію, принято-

му въ общежитіи, и потому въ главномъ согласуется съ нимъ; но въ наукѣ границы употребленія даннаго слова и значеніе его рѣзче очерчены. То, что въ обыденной жизни зовутъ веществомъ, и въ химіи по большей части называютъ веществомъ. Все же, что не имѣетъ вѣса, или невѣсомо, не называется веществомъ. Теперь исправь вторую часть своей фразы: вещество есть все то...

Ученикъ. Вещество есть все то, изъ чего состоятъ вѣсомыя тѣла. Да, но все-же я не знаю, что такое собственно вещество.

Учитель. То-есть?..

Ученикъ. Я понимаю, что слѣдуетъ называть веществомъ, и только. Но я знаю теперь не больше того, что зналъ раньше: я ничего не знаю о сущности вещества.

Учитель. Откуда же можешь ты это знать? Благодаря тому, что я точно установилъ употребленіе какого-нибудь слова въ данной наукѣ и опредѣлилъ его значеніе, не произошло ничего, кромѣ того только, что мною отграничена опредѣленная область знанія, по отношенію къ которой и должно на будущее время употребляться это слово. Мы провели границу вокругъ нашего лѣса; но благодаря этому мы, конечно, еще не изучили его. Въ той мѣрѣ, въ какой ты будешь знакомиться со свойствами различныхъ веществъ, въ такой ты и познаешь ихъ сущность; а на это тебѣ придется потратить не мало труда!

Ученикъ. Но если я знаю, допустимъ, всѣ свойства какого-либо вещества, то все-же я знаю только — какъ бы это выразить—только внѣшніе признаки его, но это не даетъ мнѣ возможности проникнуть въ его внутреннюю сущность?

Учитель. Ты не забылъ, конечно, что есть различнаго рода свойства. Какія именно?

Ученикъ. Ты разумѣешь то, о чемъ мы вчера говорили съ тобой. Есть свойства измѣняющіяся и неизмѣняющіяся.

Учитель. Которыя же служатъ для распознаванія веществъ?

Ученикъ. Неизмѣняющіяся.

Учитель. Вотъ ты и нашелъ, что искалъ. Постоянныя свойства нельзя отдѣлить отъ вещества; если ихъ нѣтъ налицо, то нѣтъ и вещества. Эти свойства и составляютъ сущность вещества.

Ученикъ. Но вѣдь это только свойства его. Я же разумѣю то, что лежитъ въ основѣ всѣхъ свойствъ.

Учитель. Слѣдовательно, это «нѣчто» должно остаться, если ты представишь себѣ вещество лишеннымъ всѣхъ свойствъ. Представь теперь, что останется отъ куска сахару, если отнять отъ него всѣ его свойства: цвѣтъ, форму, твердость, вѣсъ, вкусъ и т. д.

Ученикъ. Я не знаю.

Учитель. Ничего не останется. Только благодаря свойствамъ я могу знать, что здѣсь имѣется нѣчто; если же свойствъ нѣтъ, то нѣтъ также ничего, о чемъ я могъ бы высказать нѣчто. Ты долженъ, слѣдовательно, освободиться отъ представленія, что вещества имѣютъ, помимо свойствъ, нѣчто скрытое за ними, нѣчто такое, что должно бы быть важнѣе и существеннѣе самихъ свойствъ. Прежде, когда отдѣльныя науки не были еще достаточно разработаны, такъ и думали; подобныя воззрѣнія оставили слѣдъ въ языкѣ, и, благодаря употребленію нѣкоторыхъ, утратившихъ свой первоначальный смыслъ выраженій, старый взглядъ нерѣдко помимо воли проскальзываетъ въ нашихъ рѣчахъ. Но разъ мы сознали эту ошибку, впредь можно будетъ избѣжать ея.

Ученикъ. Я вижу, что ты правъ, но я боюсь, что только постепенно буду отвыкать отъ прежняго воззрѣнія.

Учитель. Когда ты больше познакомишься съ химіей, то убѣдишься, что всегда рѣчь идетъ о свойствахъ веществъ, а не о «сущности» ихъ, и тогда оставишь свое заблужденіе. Впрочемъ, оно имѣло ту хорошую сторону, что помогло тебѣ уяснить, что все сводится къ знанію и опредѣленію свойствъ. Назови мнѣ тѣ свойства, благодаря которымъ ты можешь узнать какое-либо вещество. Напримѣръ, на основаніи чего различаешь ты серебро, золото и мѣдь?

Ученикъ. По цвѣту. Серебро бѣлаго цвѣта, золото—желтаго, мѣдь—краснаго.

Учитель. Къ какимъ свойствамъ относится цвѣтъ: къ измѣняющимся или неизмѣняющимся?

Ученикъ. Я полагаю—чаще къ неизмѣняющимся.

Учитель. Почему ты выражаешься такъ неопредѣленно?

Ученикъ. Я не совсѣмъ увѣренъ. Относительно серебра и золота можно сказать, что ихъ цвѣтъ не мѣняется, но старая мѣдь не кажется красной,—она имѣетъ темный цвѣтъ, иногда даже зеленый.

Учитель. Но разсматривалъ ли ты подробнѣе такой кусокъ мѣди, который принялъ зеленую окраску. Сталъ ли весь кусокъ насквозь зеленымъ?

Ученикъ. Кажется, нѣтъ; нѣтъ, зелень можно соскоблить, и подъ ней опять окажется красная мѣдь.

Учитель. Совершенно вѣрно. И зелень вообще не похожа на мѣдь: она не вязка, какъ металлъ, но крошится, какъ земля. Вообще, все свидѣтельствуетъ о томъ, что на мѣди образовалось новое вещество, котораго раньше тамъ не было. Цвѣтъ его зеленый, и оно только прикрыло красную мѣдь наподобіе того, какъ желтое дерево оконной рамы покрыто бѣлой краской.

Ученикъ. Какъ же зелень попала на мѣдь?

Учитель. Она образовалась изъ мѣди; какъ — это узнаешь потомъ подробнѣе. А пока обсудимъ поставленный выше вопросъ о цвѣтѣ. Итакъ, цвѣтъ слѣдуетъ признать постояннымъ свойствомъ, по которому можно отличать вещества. Но должно остерегаться того, чтобы не принять цвѣта посторонней оболочки, случайно облекающей предметъ, за цвѣтъ вещества, изъ котораго состоитъ этотъ предметъ. Чтобы быть вполнѣ увѣреннымъ въ этомъ, лучше всего измельчить предметъ и взглянуть на его внутреннія частицы. Сейчасъ мы продѣлаемъ это. Взгляни, что у меня здѣсь. Это синее вещество называютъ мѣднымъ купоросомъ.

Ученикъ. Пожалуйста, не разбивай его; онъ имѣетъ такую красивую форму, почти какъ отшлифованный драгоцѣнный камень.

Учитель. Такія фигуры называютъ кристаллами. Они не приготовляются путемъ шлифовки, но сами по себѣ принимаютъ такую форму безъ нашего содѣйствія.

Ученикъ. Нельзя ли увидѣть, какъ это происходить?

Учитель. Ты будешь скоро самъ приготовлять такіе кристаллы. У меня ихъ очень много, и мы можемъ пожертвовать однимъ, чтобы кое-чему научиться при этомъ. Вотъ, я сломалъ его; посмотри, составляетъ ли синій цвѣтъ свойство даннаго вещества?

Ученикъ. Да, кусокъ окрашенъ внутри въ такой же интенсивно-синій цвѣтъ, какъ и снаружи.

Учитель. Теперь измельчимъ его въ этой толстостѣнной фарфоровой посудѣ, такъ-называемой ступкѣ (рис. 1), при помощи этой фарфоровой палочки, называемой пестикомъ.

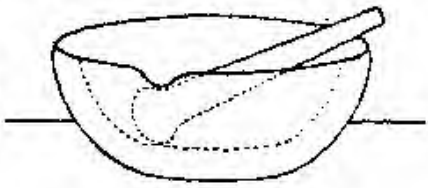

Рис. № 1.

Ученикъ. Зачѣмъ ты напрасно стараешься, вѣдь мы знаемъ, что получится.

Учитель. Смотри только внимательнѣе. Если сдѣланъ какой-либо выводъ, то слѣдуетъ основательно провѣрить его; въ противномъ случаѣ мы не можемъ быть увѣрены, не ошиблись ли мы, или не забыли ли чего-нибудь. Что ты видишь?

Ученикъ. Кусокъ внутри, повидимому, не такой синій, какимъ былъ снаружи, такъ какъ крошки становятся все свѣтлѣе, а теперь порошокъ совершенно свѣтло-голубой, почти бѣлый. Это непонятно, потому что большіе осколки имѣли совсѣмъ темно-синій цвѣтъ. Можетъ-быть, къ порошку примѣшались частицы ступки?

Учитель. Нѣтъ, фарфоръ настолько твердъ, что отъ него ничего не отдѣляется. Но взгляни на этотъ осколокъ синяго стекла. Въ этомъ мѣстѣ онъ еще темнѣе, чѣмъ былъ раньше мѣдный купоросъ; а здѣсь—почти безцвѣтенъ, хотя представляетъ то же самое синее стекло.

Ученикъ. Да это очень просто: одинъ конецъ стекла гораздо толще, чѣмъ другой. А, теперь я понимаю: маленькіе кусочки мѣднаго купороса такъ же свѣтлы, какъ стекло въ тонкихъ мѣстахъ, а большіе темны, какъ толстое стекло.

Учитель. Совершенно вѣрно. Когда свѣтъ проникаетъ въ кусочекъ синяго вещества, то онъ неоднократно отражается внутри, пока опять не выйдетъ наружу, при этомъ

онъ становится тѣмъ сивѣе, чѣмъ продолжительнѣе было время прохожденія его въ кускѣ; поэтому-то куски большихъ размѣровъ и болѣе толстые бываютъ темнѣе, чѣмъ тонкіе. Такъ и вся масса морской воды кажется темно-голубой или зеленой; мелко раздробленная вода, образующая пѣну на гребняхъ волнъ и за пароходомъ, кажется совершенно бѣлой. Поэтому, когда указываютъ цвѣтъ какого-нибудь вещества, всегда слѣдуетъ пояснять, разумѣютъ ли вещество въ порошкѣ, или въ большихъ кускахъ. Въ химіи въ большинствѣ случаевъ указываютъ цвѣтъ веществъ въ томъ ихъ видѣ, въ какомъ они получаются при искусственномъ приготовленіи. По вопросу о цвѣтѣ можно было бы сказать многое, но на сегодня довольно.

---

3. Однородныя вещества и смѣси.

Учитель. Повтори мнѣ выученное вчера.

Ученикъ. Вещества распознаютъ по ихъ свойствамъ. Одно изъ этихъ свойствъ есть цвѣтъ, но онъ можетъ быть различенъ въ зависимости отъ того, находятся ли вещества въ мелко-раздробленномъ состояніи, или въ крупныхъ кускахъ.

Учитель. Правильно. Ты знаешь этотъ камень? Онъ называется гранитомъ. Каковъ его цвѣтъ?

Ученикъ. Сѣрый и красноватый и черный.

Учитель. Почему ты называешь различные цвѣта?

Ученикъ. Потому что камень имѣетъ ихъ: въ немъ есть сѣрыя и красныя и черныя частицы; поэтому нельзя назвать одинъ цвѣтъ.

Учитель. А гранитъ—вещество?

Ученикъ. Конечно, потому что изъ гранита дѣлается многое, напримѣръ, камни для мостовой; и маленькій кусокъ гранита есть тоже гранитъ.

Учитель. Посмотримъ. Представь себѣ, что гранитъ разбитъ на маленькіе кусочки, такъ что каждый отдѣльный

осколокъ состоитъ только изъ сѣраго, либо изъ краснаго, либо изъ чернаго вещества. Затѣмъ соберемъ всѣ сѣрые кусочки отдѣльно въ кучку; такъ же поступимъ съ красными и черными. Назовешь ли ты теперь каждую изъ трехъ кучекъ гранитомъ, или, можетъ-быть, какую-нибудь одну, въ такомъ случаѣ—какую?

Ученикъ. Развѣ красную... Нѣтъ, это невѣрно: гранитъ останется таковымъ только тогда, когда всѣ частицы находятся вмѣстѣ и не разъединены.

Учитель. Совершенно вѣрно. Можешь ли ты сдѣлать тоже съ сахаромъ, и сколько различныхъ кучекъ получится у тебя?

Ученикъ. Нѣтъ, съ сахаромъ этого нельзя сдѣлать. Сахаръ всегда останется сахаромъ.

Учитель. Тоже вѣрно. Замѣть это, ты знаешь теперь два весьма важныхъ различныхъ понятія. Вещество, которое, подобно граниту, послѣ разложенія на части можно собрать въ различныя по свойствамъ кучки, называютъ смѣсью. А такія вещества, съ которыми, какъ съ сахаромъ, нельзя такъ поступать, называются однородными, или, выражаясь иностраннымъ словомъ, гомогенными веществами. Химія изучаетъ только однородныя, или гомогенныя, вещества.

Ученикъ. Почему только такія?

Учитель. Потому что смѣсей можетъ существовать безчисленное множество, и мы не были бы въ состояніи всѣ ихъ изучить. Представь себѣ, что ты имѣешь два различныхъ однородныхъ вещества. Ты можешь приготовить изъ нихъ безчисленное множество смѣсей, если будешь ихъ смѣшивать въ различныхъ отношеніяхъ. Мы никогда не справились бы съ задачей изучить въ отдѣльности всѣ возможныя смѣси.

Ученикъ. Но вѣдь онѣ тоже представляютъ изъ себя нѣчто; поэтому ими нельзя попросту пренебречь.

Учитель. Очень хорошо; ты совершенно правъ. Однако, намъ нѣтъ надобности отдѣльно изучать смѣси, и вотъ на какомъ основаніи. Если мы смѣшаемъ два однородныхъ вещества, то всѣ свойства смѣси составятся изъ комбинаціи свойствъ отдѣльныхъ веществъ, и свойства эти

всегда могутъ быть опредѣлены по тому отношенію, въ какомъ оба вещества входятъ въ составъ смѣси. Такъ, напримѣръ, цвѣтъ зависитъ отъ одновременнаго дѣйствія отдѣльныхъ цвѣтовъ; и смѣшиваніе отдѣльныхъ красокъ для цѣлей живописи основано на этомъ. Поэтому намъ нѣтъ никакой надобности изслѣдовать отдѣльно свойства смѣсей.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ это подробнѣе.

Учитель. Если купецъ, положимъ, написалъ, что 1 ф. какого-нибудь товара стоитъ столько-то, то ему незачѣмъ записывать, сколько стоятъ $^1/_2$, 10, 67 фунтовъ, потому что это легко высчитать. Такъ же можно опредѣлить свойства смѣсей по свойствамъ составляющихъ ихъ веществъ, и совершенно излишне изслѣдовать отдѣльно всѣ возможныя комбинаціи веществъ и записывать результаты. Все, что можно узнать относительно смѣси, легко высчитать, если извѣстны составныя части; поэтому знаніе составныхъ частей почти равносильно знанію свойствъ всѣхъ смѣсей, какія только можно изъ нихъ приготовить. Такъ, напримѣръ, германское монетное серебро состоитъ изъ $^9/_{10}$ серебра и $^1/_{10}$ мѣди. Поэтому стоимость килограмма этого сплава слагается изъ $^9/_{10}$ стоимости одного килограмма серебра и $^1/_{10}$ стоимости одного килограмма мѣди.

Ученикъ. Я понимаю это. Но не всегда же я могу различить, имѣю ли я дѣло съ смѣсью, или съ однороднымъ веществомъ. Если я смѣшаю синюю и желтую краску, то получу краску зеленаго цвѣта, а не смѣсь цвѣтовъ синяго и желтаго.

Учитель. Это происходитъ отъ того, что крупинки красокъ слишкомъ малы, чтобы ты могъ различить ихъ одну возлѣ другой. Если же будешь разсматривать смѣсь подъ микроскопомъ, то увидишь, что синія крупинки расположились рядомъ и подъ желтыми. А синее и желтое стекло, одно на другомъ, даютъ зеленый цвѣтъ. Слѣдовательно, если свѣтъ идетъ отъ желтыхъ крупинокъ черезъ синія, или наоборотъ, то онъ становится зеленымъ.

Ученикъ. Если же оба вещества бѣлаго цвѣта, тогда и подъ микроскопомъ я не различу ихъ другъ отъ друга, а я вѣдь не могу знать, что у меня въ рукахъ.

Учитель. Если я смѣшаю по полной ложкѣ сахару и бѣлаго песку, то я не могу на взглядъ опредѣлить и сказать, что смѣсь составлена изъ двухъ веществъ. Но если я высыплю сахаръ въ воду, что станется съ нимъ тогда?

Ученикъ. Онъ растаетъ, и вода будетъ опять совершенно прозрачной и сладкой на вкусъ.

Учитель. А если я песокъ тоже высыплю въ воду, что станется съ нимъ?

Ученикъ. Отъ него вода станетъ мутной.

Учитель. И не станетъ сладкой. Если я теперь высыплю въ воду мою смѣсь изъ сахара и песка, то она замутитъ воду, какъ песокъ, и сдѣлаетъ ее сладкой, какъ сахаръ. Слѣдовательно, я могу открыть оба вещества и въ смѣси.

Ученикъ. Да, такъ можно.

Учитель. А почему можно, это я тебѣ сейчасъ объясню. Цвѣтъ не есть единственное свойство, которымъ обладаютъ вещества, и по которымъ можно ихъ узнавать и различать. И отношеніе къ водѣ есть тоже особое свойство, но у сахара и песка оно различно, тогда какъ цвѣтъ у обоихъ одинаковъ.

Когда хотятъ отличить другъ отъ друга много различныхъ веществъ, то надо знать не одно или два изъ ихъ свойствъ, а довольно много, чтобы всегда можно было открыть, въ чемъ заключается различіе между ними, если другія свойства оказываются общими. По этой причинѣ въ химіи всегда изслѣдуютъ и описываютъ много различныхъ свойствъ отдѣльныхъ веществъ.

Теперь другой вопросъ. Разсматривая гранитъ, мы полагали, что отдѣлили составлявшія его вещества, руководствуясь ихъ цвѣтомъ, такъ что каждую составную часть имѣли отдѣльно. Какъ ты теперь думаешь, можно ли какимъ-нибудь способомъ раздѣлить также на составныя части смѣсь изъ сахара и бѣлаго песка?

Ученикъ. Навѣрно можно, но я не знаю какъ.

Учитель. Взгляни въ стаканъ, въ которомъ я разболталъ нашу смѣсь съ водой. Песокъ осѣлъ на дно, а сахаръ растворился въ водѣ.

Ученикъ. Да, теперь я понимаю: стоитъ только слить сахарную воду, тогда песокъ останется въ стаканѣ.

Учитель. Будутъ ли, однако, оба вещества вполнѣ отдѣлены другъ отъ друга?

Ученикъ. Нѣтъ, всю воду нельзя слить; песокъ останется смоченнымъ, а вмѣстѣ съ водой останется и немного сахара.

Учитель. Смотри, какъ все-же можно это сдѣлать. У меня въ рукахъ круглый кусокъ особой, такъ называемой, фильтровальной бумаги. Она похожа на промокательную бумагу и также впитываетъ воду, только приготовлена изъ болѣе чистаго и болѣе прочнаго вещества. Я складываю бумажку два раза крестъ-на-крестъ и расправляю ее такъ, что получается родъ воронки, на одной сторонѣ которой бумага приходится въ три слоя, а на другой — въ одинъ. Это называютъ фильтромъ. Я положу теперь мой фильтръ въ стеклянную воронку и смочу его водой. Затѣмъ прижимаю бумагу къ стѣнкамъ воронки, чтобы она всюду къ нимъ пристала. Воронка вставляется въ подставку, и подъ нее ставятъ стаканъ (рис. 2).

Ученикъ. Для чего же все это?

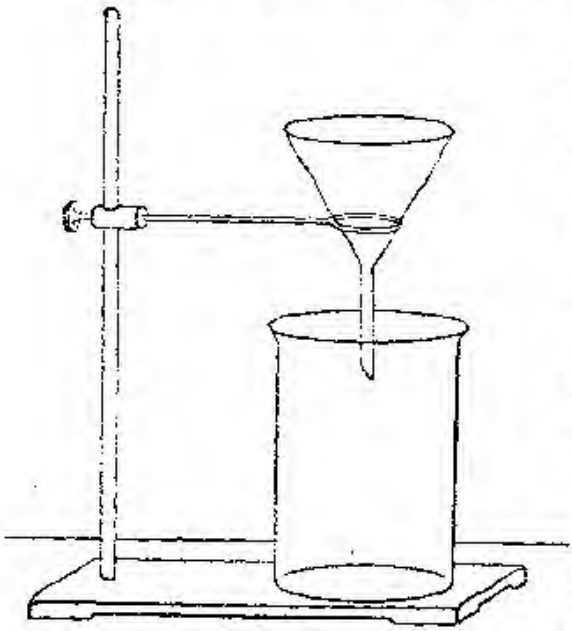

Рис. № 2.

Учитель. Чтобы вполнѣ отдѣлить песокъ отъ сахара. Если я вылью эту кашицу изъ песка и сахарной воды на фильтръ, то вода стечетъ, а песокъ останется на фильтрѣ.

Ученикъ. Но песокъ все-же влаженъ, и немного сахара осталось вмѣстѣ съ нимъ.

Учитель. Остатокъ сахара мы смоемъ. Для этого надо налить немного чистой воды на фильтръ; она стечетъ внизъ и увлечетъ съ собой сахарную воду. А чтобы послѣдніе

остатки песка въ стаканѣ тоже перенести на фильтръ, я воспользуюсь чистой водой и смою ихъ на него. Но такъ какъ съ перваго раза мнѣ не удастся вполнѣ смыть песокъ, то я подожду, пока стечетъ вода, и снова нѣсколько разъ наполню фильтръ водой, которой предварительно споласкивалъ стаканъ. Теперь все готово. Когда затѣмъ фильтръ съ пескомъ высохнетъ, мы получимъ песокъ безъ примѣси сахара.

Ученикъ. А какъ мы получимъ сахаръ?

Учитель. Мы получимъ его завтра. Я вылью сахарную и промывную воду въ плоскую фарфоровую чашку или тарелку и поставлю ее на теплую печь.

Ученикъ. Зачѣмъ?

Учитель. Что станетъ съ водой, если ее поставить на теплую печь?

Ученикъ. Она высохнетъ.

Учитель. Да, она испарится; она превратится въ водяной паръ, который разсѣется въ воздухѣ, а въ чашкѣ ничего не останется. Что же дѣлается съ сахаромъ при подобныхъ условіяхъ? Становится ли его меньше, когда онъ лежитъ на теплой печкѣ?

Ученикъ. Нѣтъ, онъ будетъ лежать тамъ, пока его кто-нибудь не съѣстъ.

Учитель. Правильно. Если я поставлю сахарную воду въ теплое мѣсто, то будетъ испаряться только вода, а сахаръ останется; и когда вся вода испарится, въ чашкѣ будетъ только сахаръ. Указанными способами мы совершенно раздѣлили нашу смѣсь изъ сахара и песка.

Ученикъ. Мнѣ очень интересно, въ какомъ видѣ получится завтра сахаръ. Теперь его совсѣмъ не видно, ибо вода вполнѣ прозрачна, а завтра онъ долженъ снова появиться!

---

4. Растворы.

Ученикъ. Виденъ теперь сахаръ?

Учитель. Вотъ чашка; посмотри.

Ученикъ. Дѣйствительно, я вижу бѣлую массу; она выглядитъ, какъ сахаръ. Но вмѣстѣ съ нимъ есть еще что-то жидкое.

Учитель. Это остатокъ воды, которая весьма медленно отдѣляется отъ сахара. Въ немъ растворено очень много сахара, поэтому онъ менѣе подвиженъ, чѣмъ чистая вода, и испареніе воды изъ него происходитъ медленнѣе.

Ученикъ. А сахаръ выдѣлился не такимъ, какимъ мы его взяли, т.-е. не въ видѣ порошка.

Учитель. Онъ выдѣлился въ формѣ кристалловъ. Эти кристаллы въ чашкѣ не велики и не достаточно отчетливы и красивы. Но у меня есть другой сахаръ; знаешь ты его?

Ученикъ. Да, это сахаръ въ крупныхъ кристаллахъ (Kandiszucker).

Учитель. Вѣрно. Такой кристаллическій сахаръ приготовляется изъ обыкновеннаго слѣдующимъ образомъ. Сахаръ растворяютъ въ теплой водѣ и даютъ ему медленно выдѣляться, или кристаллизоваться. Если взять большія количества и вести кристаллизацію довольно медленно, то получаются большіе красивые кристаллы. Разсмотри хорошенько этотъ сахаръ; каждый кусокъ представленъ отдѣльнымъ кристалломъ.

Ученикъ. Да, я вижу теперь вездѣ гладкія, ровныя плоскости. А развѣ обыкновенный сахаръ состоитъ не изъ кристалловъ?

Учитель. Да, изъ кристалловъ, но послѣдніе много меньше. Возьми увеличительное стекло, лупу и взгляни чрезъ нее на сахаръ, взятый изъ сахарницы.

Ученикъ. Онъ имѣетъ такой же видъ, какъ и кристаллическій сахаръ!

Учитель. И сахаръ рафинадъ состоитъ изъ кристалловъ; но они вросли другъ въ друга, и потому ихъ нельзя ясно разобрать. Весь этотъ сахаръ выдѣленъ изъ раство-

ровъ, и потому онъ является кристаллическимъ, т.-е. онъ состоитъ изъ болѣе или менѣе ясно выраженныхъ кристалловъ.

Ученикъ. Развѣ всегда образуются кристаллы, когда испаряются растворы?

Учитель. Въ большинствѣ случаевъ. Но чтобы получить кристаллы, не всегда необходимо испарять растворы; для этого можно воспользоваться многими другими средствами. Сейчасъ покажу тебѣ другой способъ. У меня остался еще отъ прошлаго раза въ стаканѣ мѣдный купоросъ. Если я возьму немного его и встряхну нѣсколько разъ съ водой, то онъ начнетъ растворяться, и вода окрасится въ синій цвѣтъ.

Ученикъ. Почему ты это дѣлаешь въ стеклянной трубочкѣ (рис. 3)?

Учитель. Ты увидишь сейчасъ. Такими трубочками химикъ пользуется для большинства опытовъ, когда не желаетъ работать съ большими количествами, а потому ихъ называютъ пробирками. Я зажгу теперь мою спиртовую лампочку (рис. 4) и нагрѣю воду съ мѣднымъ купоросомъ.

Ученикъ. Осторожнѣе: стекло треснетъ! Удивительно, оно не трескается.

Учитель. Такія пробирки, при умѣломъ обращеніи съ ними, не трескаются. Взгляни теперь на содержимое пробирки; прежде наряду съ водой былъ и мѣдный купоросъ, теперь онъ исчезаетъ, и вода становится темно-синей. Теперь можно положить туда еще больше мѣднаго купороса, и онъ тоже ра-

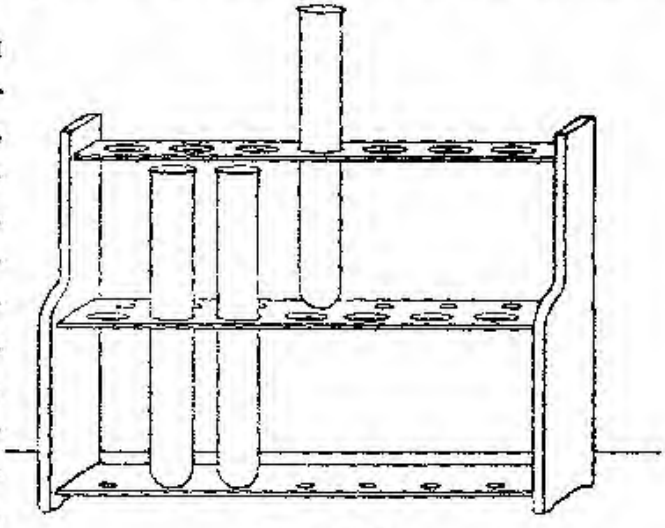

Рис. № 3.

створится. Но если я буду прибавлять мѣднаго купороса все больше и больше, то, въ концѣ концовъ, можно довести жидкость до кипѣнія, и все-таки не удастся растворить всего твердаго вещества. Теперь добавлю воды и еще разъ подогрѣю. Все перешло въ растворъ. Но оставимъ пока прозрачный растворъ.

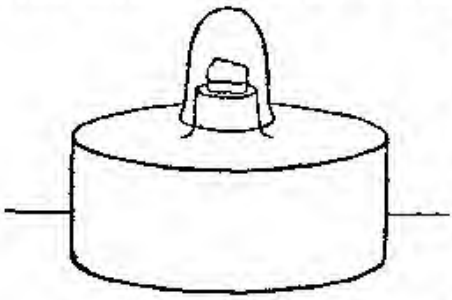

Рис. № 4.

Ученикъ. Однако, почему же не треснула у тебя пробирка? Стекло трескается, когда его нагрѣваютъ.

Учитель. Не всегда. Ты знаешь, что стекло приготовляютъ путемъ плавленія; для этого необходимо его сильно нагрѣть; слѣдовательно, каждый кусокъ стекла и посуда изъ него были уже въ свое время нагрѣты и не лопнули.

Ученикъ. Да, но въ прошлый разъ мать меня бранила за то, что я налилъ въ стаканъ горячаго чая, и стаканъ отъ этого треснулъ.

Учитель. Это тоже возможно. Но здѣсь есть противорѣчіе, которое слѣдуетъ разрѣшить. При какихъ еще условіяхъ стекло можетъ треснуть?

Ученикъ. Если его ударить, толкнуть или сломать.

Учитель. Да, вообще, когда хотятъ придать ему другую форму, при чемъ отдѣльныя части его испытываютъ неодинаковое напряженіе. Оказываетъ ли теплота вліяніе на форму стекла?

Ученикъ. Да, отъ теплоты расширяются всѣ тѣла.

Учитель. Правильно; горячій кусокъ стекла будетъ, слѣдовательно, немного больше, чѣмъ холодный. Ты наблюдалъ когда-нибудь это?

Ученикъ. Нѣтъ, но расширеніе, вѣроятно, такъ мало, что его нельзя замѣтить.

Учитель. Сейчасъ покажу тебѣ. Здѣсь у меня довольно длинная стеклянная трубочка. Одинъ конецъ ея прочно прикрѣпляю къ подставкѣ такъ, чтобы она расположилась горизонтально, а къ свободному концу приставлю линейку съ дѣленіями.

Теперь замѣть ту черточку, на которую указываетъ конецъ. Чтобы тебѣ виднѣе было, я приклею къ нему воскомъ булавку. Затѣмъ подставляю свою лампочку подъ трубку и начинаю нагрѣвать (рис. 5). Что ты видишь?

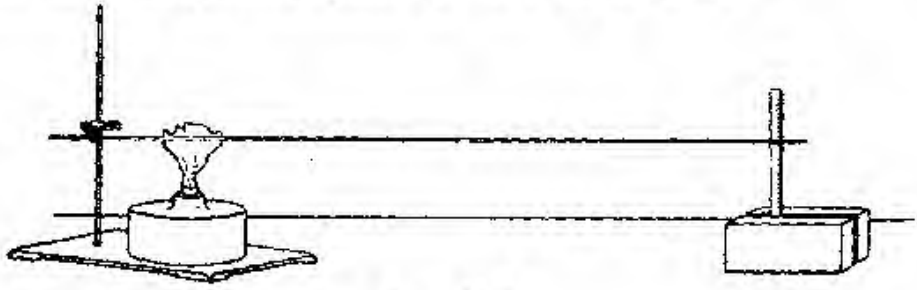

Рис. № 5.

Ученикъ. Конецъ сначала поднимается, а затѣмъ снова медленно опускается. Замѣчательно!

Учитель. Чему ты удивляешься?

Ученикъ. Я думалъ, что булавка подвинется впередъ. Такъ какъ теплота расширяетъ трубку, то она должна стать длиннѣе.

Учитель. А вмѣсто того она сгибается, и даже наверхъ. Сейчасъ объясню тебѣ это.

Ученикъ. Подожди, я самъ знаю. Трубка нагрѣлась снизу, гдѣ ея касается пламя, сильнѣе, чѣмъ сверху, и, слѣдовательно, растянулась съ нижней стороны значительно больше, чѣмъ съ верхней; по этой причинѣ она и искривилась.

Учитель. Вѣрно. А потомъ она и сверху нагрѣлась сильно и опять выпрямилась. Значитъ, стекло гнется немного; но если я буду сгибать сильно, то...

Ученикъ. Оно сломается.

Учитель. Ты понимаешь теперь, въ какомъ случаѣ стекло трескается при нагрѣваніи. Стекло сгибается, когда его неравномѣрно нагрѣваютъ, и оно должно треснуть, если такое нагрѣваніе происходитъ слишкомъ сильно. Если же нагрѣваніе просходитъ равномѣрно, этого не случается. Горячій чай нагрѣлъ твой стаканъ изнутри, въ то время какъ снаружи стаканъ былъ еще холоденъ; поэтому онъ и лопнулъ.

Ученикъ. Но твоя пробирка была внутри холодна, когда ты внесъ ее въ пламя и нагрѣлъ снаружи; почему же она не треснула?

Учитель. Потому что она сдѣлана изъ тонкаго стекла. Теплота быстро прошла черезъ все стекло. Тонкое стекло и сгибается сильнѣе толстаго, не ломаясь такъ скоро. Поэтому всю химическую посуду, предназначенную для нагрѣванія, приготовляютъ изъ тонкаго стекла, а при нагрѣваніи ея заботятся о томъ, чтобы оно происходило не слишкомъ быстро и не съ одной только стороны, дабы теплота распространялась по стеклу возможно равномѣрнѣе.—Ну, теперь посмотримъ на нашъ растворъ мѣднаго купороса, который успѣлъ за это время остыть.

Ученикъ. Въ пробиркѣ опять появился твердый мѣдный мупоросъ.

Учитель. Я солью жидкость въ другую пробирку и выну стеклянной палочкой твердыя частицы. Чтобы онѣ были сухи, я положу ихъ на фильтровальную бумагу, которая впитаетъ жидкость. Осмотри ихъ хорошенько и скажи, что ты видишь?

Ученикъ. Опять образовались кристаллы!

Учитель. Да. Эти красталлы образовались не потому, что жидкость испарилась, а потому, что она остыла.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ это!

Учитель. Если ты возьмешь опредѣленное количество воды и будешь въ ней растворять мѣдный купоросъ, то можешь ли ты перевести въ растворъ какое угодно количество мѣднаго купороса?

Ученикъ. Нѣтъ, въ концѣ концовъ онъ перестанетъ растворяться.

Учитель. Вѣрно. Данное количество воды можетъ растворить лишь опредѣленное количество другого вещества. Такой растворъ называютъ «насыщеннымъ»...

Ученикъ. Потому что онъ не можетъ больше пожирать.

Учитель. Но если такой растворъ нагрѣть...

Ученикъ. То онъ снова станетъ голоденъ.

Учитель. Да, тогда онъ въ состояніи растворить больше. Если же его снова остудить, то онъ не будетъ въ состояніи удержать этотъ излишекъ, и послѣдній выдѣлится въ твердомъ видѣ, въ формѣ кристалловъ.

Ученикъ. Это явленіе похоже на то, какое наблюдается при испареніи. Тогда вода удаляется, и въ пробиркѣ не остается ничего такого, съ чѣмъ вещество могло бы образовать растворъ.

Учитель. Правильно. Всегда, когда вещества имѣется больше, чѣмъ нужно для образованія насыщеннаго раствора, оно выдѣляется въ твердомъ видѣ. Позднѣе мы узнаемъ еще одно условіе, которое слѣдуетъ при этомъ соблюсти.—Но я еще не спросилъ тебя то, что ты вчера выучилъ.

Ученикъ. Мы бесѣдовали вчера о смѣсяхъ и однородныхъ веществахъ. Смѣси состоятъ изъ различныхъ веществъ.

Учитель. А какъ можно узнать смѣсь и раздѣлить ее на составныя части?

Ученикъ. Смѣсь узнаютъ потому, что составляющія ее вещества имѣютъ различныя свойства. Можно, напримѣръ, отобрать вещества, если они имѣютъ различный цвѣтъ, или же можно одно вещество растворить въ водѣ, а другое останется въ твердомъ видѣ.

Учитель. Да, если только второе вещество нерастворимо въ водѣ. Но растворы, которые при этомъ образуются, будутъ ли смѣсью, или же однородными веществами?

Ученикъ. Они представляютъ смѣсь.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что ихъ можно составить изъ различныхъ веществъ и опять раздѣлить на составныя части.

Учитель. Въ этомъ отношеніи, дѣйствительно, они напоминаютъ смѣсь; но обладаютъ ли растворы, какъ и другія смѣси, такими свойствами, которыя слагаются изъ свойствъ составныхъ частей?

Ученикъ. Да, вѣдь растворъ мѣднаго купороса имѣетъ такой же синій цвѣтъ, какъ и мѣдный купоросъ самъ, а растворъ сахара такъ же сладокъ, какъ и сахаръ.

Учитель. Но мѣдный купоросъ и сахаръ твердыя тѣла, а ихъ растворы жидки какъ вода. Если ты смѣшаешь съ во-

дой какое-нибудь другое твердое тѣло, напримѣръ, песокъ, то получится кашица, а не растворъ.

Ученикъ. Да, въ этомъ заключается разница. Но, можетъ-быть, сахаръ распускается на такія маленькія частицы, что ихъ нельзя ни видѣть ни осязать.

Учитель. Такъ можно полагать, но доказать этого нельзя, ибо, даже при разсматриваніи раствора подъ самымъ сильнымъ микроскопомъ, не видно отдѣльныхъ частичекъ.

Ученикъ. Но, можетъ-быть, частички еще меньше...

Учитель. Говорить объ этомъ безполезно, такъ какъ разрѣшить этотъ вопросъ невозможно.

Ученикъ. Слѣдовательно, растворы обладаютъ чѣмъ то такимъ, что ихъ отличаетъ отъ обыкновенныхъ смѣсей.

Учитель. Да, растворы—это однородныя, или гомогенныя, смѣси.

---

5. Плавленіе и затвердѣваніе.

Учитель. О чемъ мы вчера бесѣдовали?

Ученикъ. О растворахъ. Но я не все достаточно хорошо понялъ.

Учитель. Что же собственно тебя затрудняетъ?

Ученикъ. То, что изъ твердаго вещества и жидкости опять образуется настоящая жидкость.

Учитель. Подумай, не могутъ ли еще какимъ-либо способомъ образоваться изъ твердыхъ веществъ жидкости?

Ученикъ. Конечно, когда, напримѣръ, таетъ ледъ или снѣгъ.

Учитель. Что же, только ледъ и снѣгъ обладаютъ этимъ свойствомъ, или и другія твердыя вещества тоже могутъ плавиться?

Ученикъ. Да. Наканунѣ Новаго года мы плавили олово.

Учитель. Путемъ разогрѣванія и раскаливанія можно

плавить, или превращать въ жидкость, совершенно твердыя вещества. Если же остудить полученныя жидкости, то...

Ученикъ. Онѣ станутъ опять твердыми.

Учитель. Слѣдовательно, нагрѣвая ледъ и охлаждая воду, мы можемъ превращать ледъ въ воду и воду въ ледъ. При какой температурѣ ледъ превращается въ воду?

Ученикъ. При 0°.

Учитель. А при какой температурѣ вода затвердѣваетъ въ ледъ?

Ученикъ. Тоже при 0°.

Учитель. Если нагрѣть ледъ до 0°, то онъ тотчасъ превращается въ жидкость?

Ученикъ. Кажется, такъ...

Учитель. Ты, повидимому, забылъ то, что училъ объ этомъ на урокахъ физики. Но мы сами сдѣлаемъ изслѣдованіе. Здѣсь у меня термометръ (рис. 6). Онъ состоитъ изъ узенькой трубочки съ расширеннымъ концомъ, въ которомъ находится ртуть. Такъ какъ ртуть отъ нагрѣванія расширяется значительно сильнѣе стекла, то она поднимается въ трубочкѣ тѣмъ выше, чѣмъ выше температура. Цѣлый рядъ черточекъ, расположенныхъ на одинаковомъ другъ отъ друга разстояніи и снабженныхъ цифрами, образуетъ шкалу, позволяетъ отмѣчать любую длину ртутнаго столбика и тѣмъ самымъ даетъ возможность опредѣлять температуру. Я погружаю теперь расширенную часть термометра въ стаканъ съ мелко-раздробленнымъ льдомъ. Спустя нѣкоторое время конецъ ртутнаго столбика остановиться у черточки, обозначенной 0°.

Рис. № 6

Ученикъ. Почему ртуть остановилась какъ разъ на 0°?

Учитель. Такъ устроенъ термометръ мастеромъ. Когда термометръ былъ настолько готовъ, что можно было прикрѣпить къ нему шкалу, мастеръ погрузилъ его въ тающій ледъ и замѣтилъ то мѣсто, гдѣ остановилась ртуть. Затѣмъ онъ такъ придѣлалъ шкалу, что нулевое дѣленіе пришлось какъ разъ на указанное мѣсто.

Ученикъ. Слѣдовательно, тамъ теплота равна нулю.

Учитель. Нѣтъ, это мѣсто термометра соотвѣтствуетъ температурѣ, которую мы обозначаемъ черезъ 0°. Эта точка выбрана совершенно произвольно, ибо зимою, какъ ты знаешь, температура можетъ спуститься значительно ниже 0°. Самая низкая температура, какую удалось получить до сихъ поръ, лежитъ на 250° ниже 0°.

Ученикъ. Почему же остановились именно на этой точкѣ?

Учитель. Ты сейчасъ это увидишь. Я беру стаканъ и постараюсь согрѣть его въ рукахъ. Слѣди за температурой.

Ученикъ. Ртуть все еще указываетъ на 0°.

Учитель. Я подолью теперь немного воды изъ бутылки, которая стояла въ комнатѣ. Какова температура этой воды?

Ученикъ. Въ комнатѣ можетъ быть 17 или 18°. Вѣроятно, и вода имѣетъ приблизительно такую же температуру.

Учитель. Какова теперь температура?

Ученикъ. Ртуть стоитъ на 5°.

Учитель. Слѣдовательно, отъ прилитой воды температура повысилась. Но помѣшай хорошенько стеклянной палочкой.

Ученикъ. Ртуть стала постепенно опускаться. Теперь она достигла 0° и не спускается ниже. Отчего это? Вѣдь въ комнатѣ теплѣе, и ртуть должна бы подниматься!

Учитель. Когда ледъ и вода находятся вмѣстѣ, то температура остается равной 0° все время, пока они,—вода и ледъ,—находятся налицо. Когда же путемъ нагрѣванія пробуютъ повысить температуру, то льда таетъ столько, что вся прибавленная теплота расходуется; если же отнимать теплоту, то воды застываетъ столько, что вся прибавленная раньше теплота выдѣляется.

Ученикъ. Развѣ при замерзаніи воды образуется теплота?

Учитель. Безъ сомнѣнія. Когда вода превращается въ ледъ, то образуется точно такое же количество теплоты, какое нужно израсходовать, чтобы опять расплавить ледъ.

Ученикъ. Отчего какъ разъ такое же количество?

Учитель. Подумай только, что произошло бы, если бы оба количества были различны. Положимъ, при замерзаніи количество выдѣляющейся теплоты выражается числомъ 80, а при таяніи пусть расходуется 60. Если мы сначала превратимъ воду въ ледъ, а затѣмъ расплавимъ его, то, въ концѣ концовъ, вода станетъ точно тѣмъ же, чѣмъ была первоначально. Теплоты же образовалось 80, а израсходовано 60; слѣдовательно, 20 выражаетъ избытокъ теплоты. Мы можемъ по желанію повторять это; другими словами, мы можемъ произвольно получать большія количества теплоты изъ ничего. Но это—невозможно, и потому при плавленіи должно расходоваться теплоты какъ разъ такое количество, какое образовалось при затвердѣваніи.

Ученикъ. Развѣ дѣйствительно нельзя создать теплоту изъ нечего? Но при треніи образуется же теплота.

Учитель. Однако, не изъ ничего. На треніе ты долженъ затратить работу, а ее тоже нельзя получить изъ ничего.—Впрочемъ, оставимъ пока эту тему; позднѣе я объясню тебѣ, что такое количество теплоты, и какъ его измѣряютъ. Вернемся къ нашему льду и водѣ. Ты видѣлъ, что термометръ все время показывалъ одну опредѣленную температуру, пока ледъ и вода находились вмѣстѣ. Ее разъ навсегда назвали нулевой. Слѣдовательно, существуетъ точно опредѣленная температура, при которой твердый ледъ переходитъ въ жидкую воду, или плавится. Какъ ты полагаешь, всегда ли устанавливается опредѣленная температура, когда плавится твердое вещество?

Ученикъ. Очень возможно, ибо свинецъ плавится легко, а серебро трудно.

Учитель. Мы имѣемъ здѣсь дѣло съ общимъ закономъ: всякое вещество плавится при точно опредѣленной температурѣ и при той же температурѣ застываетъ, или затвердѣваетъ. Точка плавленія и затвердѣванія—одна и та же точка. Это—температура, при которой вещество можетъ находиться въ одно и тоже время въ твердомъ и жидкомъ состояніи и при которой все количество присоединенной или выдѣлившейся теплоты расходуется лишь на то, чтобы увеличить количество жидкаго ве-

шества на счетъ твердаго и обратно—количество твердаго на счетъ жидкаго. Поэтому точка плавленія является такимъ же опредѣленнымъ свойствомъ каждаго вещества, какъ его цвѣтъ или растворимость.

Ученикъ. Кто же установилъ этотъ законъ?

Учитель. Названіе законъ является въ данномъ случаѣ выраженіемъ образнымъ. Просто, было найдено, что вещества проявляютъ подобныя свойства при перемѣнѣ своего состоянія, и потому ихъ можно сравнить съ послушными учениками, которые всегда поступаютъ такъ, какъ имъ предписано. Въ естественныхъ наукахъ подъ закономъ разумѣютъ основанное на опытѣ заключеніе, распространяющееся на цѣлый рядъ явленій и потому представляющее широкое обобщеніе.

Ученикъ. Много ли извѣстно такихъ законовъ?

Учитель. Да, довольно много. Знаніе этихъ законовъ значительно облегчаетъ задачу ознакомленія съ единичными фактами и пользованія ими.

Ученикъ. Пожалуйста, разъясни мнѣ это точнѣе.

Учитель. Мы признали законъ, что смѣсь изъ воды и льда всегда имѣетъ одну опредѣленную температуру. Если теперь какой-нибудь мастеръ въ Тюрингіи устроитъ свой термометръ такъ, что онъ будетъ показывать въ тамошней водѣ со льдомъ 0°, то мастеръ можетъ быть увѣренъ, что во всемъ мірѣ этотъ термометръ будетъ всегда показывать 0°, гдѣ бы его ни погрузили въ воду со льдомъ. Если бы этого не было, то онъ не могъ бы торговать термометрами, а мы не могли бы пользоваться покупными для нашихъ цѣлей.

Ученикъ. Очень хорошо, что законъ такъ выручаетъ мастера!

Учитель. Законъ не есть существо, которое можетъ поступать или не поступать извѣстнымъ образомъ. Гораздо важнѣе, что удалось установить, что ледъ и вода всегда показываютъ одну опредѣленную температуру, когда находятся вмѣстѣ. Благодаря этому мастеръ имѣетъ возможность дѣлать термометры, годные для повсемѣстнаго употребленія. Но для термометра недостаточно установить одну точку—нулевую; необходимо еще отмѣтить всѣ остальныя черточки.

Ученикъ. А развѣ это не миллиметры, какъ на линейкѣ?

Учитель. Нѣтъ, это не такъ. Вѣдь иногда трубочка бываетъ уже, иногда шире, а шарикъ съ ртутью больше или меньше. Въ такомъ случаѣ, при одинаковомъ нагрѣваніи термометровъ, ртуть поднималась бы въ нихъ на неодинаковую высоту, и показанія ихъ были бы несогласны.

Ученикъ. Это вѣрно. Такъ надо всѣ термометры одинаково нагрѣть и отмѣтить на всѣхъ высоту ртутнаго столбика, а затѣмъ на каждомъ сдѣлать одинаковое число дѣленій до нулевой точки.

Учитель. Хорошо. Но до какой температуры слѣдуетъ ихъ нагрѣть?

Ученикъ. До какой угодно.

Учитель. Этого недостаточно. Въ такомъ случаѣ будутъ согласны только тѣ термометры, которые сдѣланы въ одно время; но въ другомъ мѣстѣ не знали бы, какой общей температурѣ соотвѣтствуетъ верхняя черточка.

Ученикъ. Я не знаю, какъ слѣдуетъ поступить.

Учитель. Это было бы легко сдѣлать, если бы мы знали еще одну температуру, которую можно такъ же легко и точно установить, какъ точку замерзанія.

Ученикъ. Да, теперь я вспомнилъ: это—точка кипѣнія воды.

Учитель. Вѣрно, это та температура, при которой кипитъ вода. Но объ этомъ мы поговоримъ завтра.

---

6. Испареніе и кипѣніе.

Учитель. О чемъ шла вчера рѣчь?

Ученикъ. Я узналъ вчера, что ледъ при таяніи всегда показываетъ одну и ту же температуру, и что эта температура зависитъ отъ количества льда и воды.

Учитель. А что наблюдается при замерзаніи воды?

Ученикъ. Тогда термометръ опять показываетъ ту же самую температуру. Но что произойдетъ, когда замерзнетъ вся вода?

Учитель. У насъ будетъ только ледъ, безъ воды, и мы можемъ его охлаждать сколько угодно. То же происходить, когда мы плавимъ ледъ: когда весь ледъ растаетъ...

Ученикъ. У насъ будетъ только вода, и мы можемъ ее нагрѣвать сколько угодно.

Учитель. Заключеніе это до извѣстной степени правильно, но оно сдѣлано слишкомъ поспѣшно, такъ какъ не соотвѣтствуетъ всѣмъ условіямъ. Объ этомъ мы сейчасъ и поговоримъ. Но сначала припомнимъ вкратцѣ то, о чемъ уже говорилось. При какомъ условіи мы наблюдали температуру, равную 0°? Постарайся выразить это возможно кратко.

Ученикъ. Дай подумать. Ледъ показываетъ 0°, когда таетъ, а вода,—когда замерзаетъ. Но когда ледъ растаетъ, а вода замерзнетъ, то они уже не показываютъ больше 0°. Слѣдовательно, необходимо, чтобы ледъ былъ съ водой, или вода со льдомъ. А, теперь я понялъ. Температура равняется нулю, когда вода и ледъ находятся вмѣстѣ.

Учитель. Вѣрно, таково условіе. Но понимаешь ли ты, почему именно это условіе должно быть соблюдено?

Ученикъ. Мнѣ кажется, что это должно быть очень просто, но я не могу объяснить этого.

Учитель. Это дѣйствительно просто. Что произойдетъ, если мы начнемъ нагрѣвать смѣсь изъ воды и льда?

Ученикъ. Ты объяснилъ мнѣ это вчера; тогда ледъ начнетъ таять, и будетъ расходоваться та теплота, которую мы сообщили смѣси.

Учитель. А если мы попробуемъ смѣсь охлаждать?

Ученикъ. Тогда часть воды превратится въ ледъ и выдѣлитъ...

Учитель. И выдѣлитъ при этомъ столько теплоты, сколько раньше поглотила. Ты видишь, здѣсь происходитъ то же самое, что и съ уровнемъ воды въ прудѣ. Когда изъ него берутъ воду, то изъ ключа притекаетъ столько же, сколько берутъ; а при избыткѣ, вода переливается черезъ

край; такимъ образомъ уровень ея всегда остается одинъ и тотъ же.

Ученикъ. Я понялъ это, но еще не все достаточно хорошо усвоилъ. Получается ли та же самая температура при смѣшиваніи большого количества воды съ незначительнымъ количествомъ льда, что и при маломъ количествѣ воды съ избыткомъ льда?

Учитель. Ты былъ невнимателенъ. Мы уже познакомились вчера съ такимъ закономъ природы, который служитъ выраженіемъ явленій, протекающихъ всегда одинаково неизмѣнно.

Ученикъ. Да, я припоминаю теперь... Вѣрно,—теперь я знаю. И какъ все въ цѣломъ кажется дѣйствительно ужасно простымъ; мнѣ представлялось это гораздо сложнѣе.

Учитель. Это еще не разъ съ тобою случится. Когда усвоишь себѣ что-нибудь, то послѣ это кажется очень простымъ. Но не всегда легко и просто совершается самый процессъ усвоенія. Однако, вернемся къ моему прежнему замѣчанію. Можно ли дѣйствительно нагрѣвать воду какъ угодно? Что произойдетъ, если я поставлю сосудъ съ водой на огонь?

Ученикъ. Сначала она нагрѣется, а затѣмъ начнетъ кипѣть.

Учитель. Вѣрно. Мы сейчасъ продѣлаемъ это. Я беру бутыль изъ тонкаго стекла. Она не лопнетъ, если я поставлю ее на огонь. Въ нее налито немного воды. Я поставлю ее на треножникъ надъ моей лампочкой (рис. 7).

Ученикъ. Для чего положена на треножникъ проволочная сѣтка?

Учитель. Во-первыхъ, для того, чтобы на него можно было ставить большіе и маленькіе сосуды; во-вторыхъ, металлъ, равномѣрно распредѣляя жаръ пламени, предохраняетъ сосудъ отъ появленія въ немъ трещинъ, если онъ приготовленъ изъ болѣе толстаго стекла. Я опущу теперь термометръ въ воду.

Ученикъ. Видишь, вода становится все теплѣе.

Учитель. Обожди!

Ученикъ. Вода кипитъ теперь, и ртуть поднялась вы-

соко; она показываетъ уже 100°. Она заполнитъ скоро весь термометръ. Что произойдетъ, когда не останется больше мѣста для расширенія ртути?

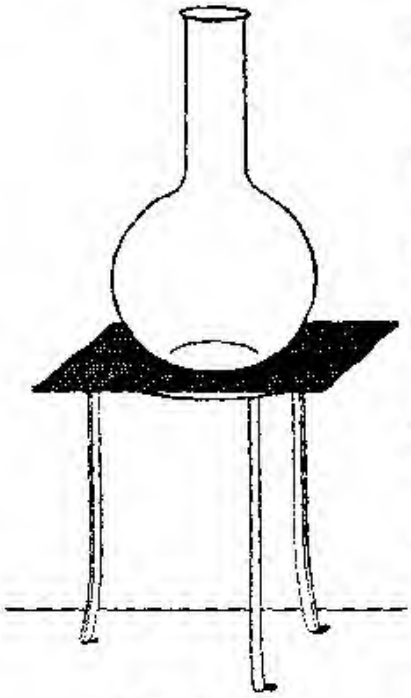

Рис. № 7.

Учитель. Она расколетъ термометръ, такъ какъ разовьетъ тогда очень сильное давленіе.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, убери скорѣе лампу!

Учитель. Посмотри сначала на термометръ.

Ученикъ. Ртуть все еще стоитъ на 100°.

Учитель. И будетъ тамъ долго стоять. Но я увеличиваю пламя. Что замѣчаешь теперь?

Ученикъ. Вода кипитъ значительно сильнѣе.

Учитель. А термометръ?

Ученикъ. Онъ все еще показываетъ 100°. А, теперь я начинаю понимать. Здѣсь, повидимому, происходитъ то же, что и при плавленіи.

Учитель. Совершенно вѣрно. Постарайся теперь провести параллель. Тамъ температура не мѣнялась, пока оба—ледъ и вода—находились вмѣстѣ. Что происходитъ здѣсь?

Ученикъ. Здѣсь тоже есть вода, но что второе? Постой,—теперь знаю, второе—паръ. Вѣрно?

Учитель. Да. Если я теперь сообщаю при посредствѣ пламени теплоту, то она не служитъ больше для нагрѣванія воды, а для превращенія ея...

Ученикъ. Въ паръ!

Учитель. Но процессъ этотъ долженъ быть обратимымъ. Раньше температура у насъ не мѣнялась, независимо отъ того, исходимъ ли мы отъ воды или льда, теперь...

Ученикъ. Теперь мы должны получить ту же самую температуру, будемъ ли исходить отъ воды или отъ пара. Первое, когда мы исходимъ отъ воды, мы наблюдаемъ сейчасъ; но какъ устроить второе? Слѣдуетъ наполнить паромъ какой-

либо сосудъ и попробовать его охладить. Это нелегко сдѣлать, такъ какъ для этого необходимъ паровой котелъ.

Учитель. Но мы воспользуемся болѣе простыми средствами. Смотри. Я вынимаю термометръ и продолжаю кипятить воду. Теперь термометръ остылъ немного; онъ упалъ ниже 50°. Я вношу его снова въ бутыль, но не опускаю въ кипящую воду, а буду держать его надъ ней въ верхней части бутылки. Что ты видишь теперь?

Ученикъ. Съ термометра капаетъ вода. Какъ она попала на него?.. Я догадался. Пары воды въ верхней части бутылки стали сгущаться на холодномъ термометрѣ.

Учитель. Правильно. Отсчитай теперь температуру.

Ученикъ. Она опять равна 100°.

Учитель. Вотъ мы и произвели опытъ, для котораго тебѣ нуженъ былъ паровой котелъ. Въ верхней части бутылки находится водяной паръ, такъ какъ онъ вылетаетъ наружу и образуетъ здѣсь облако. Часть паровъ, благодаря присутствію холоднаго термометра, сгущается въ жидкую воду. Такимъ образомъ, и въ верхней части бутылки ты имѣешь одновременно паръ и воду. Паръ сгущается на термометрѣ въ воду до тѣхъ поръ, пока не будетъ возвращена утраченная термометромъ теплота, и температура не поднимется до 100°.

Ученикъ. Находится ли дѣйствительно въ верхней части бутылки водяной паръ? Она совершенно прозрачна.

Учитель. Водяной паръ прозраченъ какъ воздухъ.

Ученикъ. А я представлялъ себѣ водяной паръ всегда туманнымъ и непрозрачнымъ. Когда выпускаютъ изъ локомотива паръ, то всегда бываетъ видно густое бѣлое облако; и кромѣ того, облака на небѣ состоятъ тоже изъ паровъ воды.

Учитель. Нѣтъ, все, что ты въ этихъ случаяхъ видишь, не есть водяной паръ, но жидкая вода въ видѣ очень мелкихъ капелекъ, которыя образовались изъ пара путемъ охлажденія. Если бы ты могъ заглянуть въ котелъ локомотива, то ты увидѣлъ бы, что внутри него такъ же прозрачно, какъ если бы онъ былъ наполненъ воздухомъ. И самый прозрачный воздухъ содержитъ громадное количество водя-

ного пара; но туманъ и облака появляются лишь при охлажденіи водяного паръ въ жидкую воду, въ видѣ мелкихъ капелекъ.—Такимъ образомъ, ты видишь, что здѣсь устанавливается соотношеніе, дѣйствительно очень похожее на то, какое мы видѣли между водой и льдомъ. Вода и паръ находятся вмѣстѣ только при извѣстной опредѣленной температурѣ; и если они находятся вмѣстѣ, то имѣется и указанная температура.

Ученикъ. Но почему она равна 100°?

Учитель. Потому что на каждомъ термометрѣ 100° отмѣчаютъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ останавливается ртутный столбикъ, когда термометръ опускаютъ въ кипящую воду.

Ученикъ. А какъ это дѣлается?

Учитель. Припомни, на чемъ мы остановились, когда я говорилъ, какъ дѣлаютъ термометры. Мастеръ отмѣтилъ на своихъ трубочкахъ только одну точку: онъ написалъ 0° на томъ мѣстѣ, гдѣ стояла ртуть, когда трубочка была погружена въ тающій ледъ. Теперь ему нужна вторая опредѣленная температура, чтобы отмѣтить вторую точку и нанести дѣленія на свои инструменты. Эта вторая температура есть температура кипѣнія воды. По всеобщему соглашенію разстояніе между обѣими точками дѣлятъ на сто частей. Такъ какъ нижняя точка была обозначена черезъ 0°, то вторую должно отмѣтить знакомъ 100°.

Ученикъ. Я понимаю это. Но какъ измѣряютъ температуры, которыя лежатъ выше 100° или ниже 0°?

Учитель. Для этой цѣли продолжаютъ наносить, насколько позволяетъ мѣсто, подобныя же дѣленія ниже нулевой и выше стоградусной точекъ.

Ученикъ. Но на нашемъ оконномъ термометрѣ дѣленія не доходятъ до ста (рис. 8), они прекращаются на 50°. Какъ же могли нанести на него всѣ дѣленія точно?

Учитель. Сначала весьма тщательно приготовляютъ термометръ съ дѣленіями отъ 0° до 100°. Его называютъ нормальнымъ термометромъ. Затѣмъ одновременно вносятъ короткій и указанный сейчасъ термометръ въ какое-либо помѣщеніе, или погружаютъ въ сосудъ съ боль-

шимъ количествомъ воды; оба принимаютъ одинаковую температуру окружающей среды. Тогда на маленькомъ термометрѣ отмѣчаютъ высоту ртути и пишутъ въ этомъ мѣстѣ то число, какое показываетъ большой.

Рис. № 8.

Ученикъ. Такъ. А почему на оконномъ термометрѣ на лѣвой сторонѣ стоитъ C, а на правой R, и съ каждой стороны дѣленія различны?

Учитель. Это означаетъ слѣдушее. Нѣсколько болѣе ста лѣтъ тому назадъ французъ Реомюръ устроилъ такой термометръ, у котораго разстояніе между точкой таянія льда и точкой кипѣнія воды было подраздѣлено не на 100, а на 80 частей. Съ другой стороны, шведъ Цельзій ввелъ дѣленіе на 100 градусовъ. Съ тѣхъ поръ въ Германіи вошли въ употребленіе термометры, устроенные по Реомюру, а во Франціи стоградусные приборы. Въ настоящее время стараются дѣлать всѣ наблюденія по стоградусному термометру; а при научныхъ работахъ пользуются исключительно имъ однимъ. Въ какомъ же отношеніи находятся градусы Реомюра и Цельзія?

Ученикъ. 100° C равняется 80° R.

Учитель. Сократи.

Ученикъ. 10° C равны 8° R, или 5° C равны 4° R.

Учитель. Совершенно вѣрно. Ты можешь написать это въ видѣ уравненія. Если ты выразишь черезъ c число градусовъ Цельзія и черезъ r число градусовъ Реомюра, то получится: $c : r = 5:4$, слѣдовательно, $c = {}^5/_4 r$, или $r = {}^4/_5 c$. Ты пользуешься первымъ равенствомъ, когда надо перевести градусы Реомюра въ градусы Цельзія, и наоборотъ. — Посмотри теперь, дѣйствительно ли это такъ выходитъ на термометрѣ.

Ученикъ. Да. Гдѣ стоитъ 20° подъ C, тамъ подъ R стоитъ 16°. Но я читалъ какъ-то о термометрѣ, устроенномъ по Фаренгейту; онъ былъ иначе сдѣланъ.

Учитель. Нѣмецъ Фаренгейтъ первый устроилъ сравнимые термометры. Онъ жилъ въ восемнадцатомъ столѣтіи. Фаренгейтъ хотѣлъ нанести дѣленія на свой термометръ, начиная съ самой низкой температуры, какая существуетъ; съ этой цѣлью онъ погрузилъ его въ смѣсь изъ снѣга и нашатыря и обозначилъ черезъ 0 то мѣсто, до котораго опустилась ртуть. Разстояніе между этой точкой и точкой таянія льда онъ раздѣлилъ на 32 части и нашелъ, что между точками таянія льда и кипѣнія воды такихъ частей вмѣщается 180. Въ настоящее время дѣленія по Фаренгейту наносятъ на основаніи этого второго соображенія, обозначая точку таянія льда черезъ 32^0, а точку кипѣнія черезъ $32+180$, или 212^0.

Ученикъ. Почему же не поступаютъ такъ, какъ дѣлалъ Фаренгейтъ?

Учитель. Потому что смѣсь изъ снѣга и нашатыря даетъ не совсѣмъ точную температуру, тогда какъ точки таянія льда и кипѣнія воды гораздо надежнѣе.

Ученикъ. Кто же употребляетъ теперь такіе термометры?

Учитель. Англичане и американцы. Но и они пользуются ими лишь въ повседневной жизни, главнымъ образомъ для опредѣленія температуры воздуха. Для научныхъ работъ и они употребляютъ стоградусные термометры. Составь-ка мнѣ равенство для Цельзія и Фаренгейта!

Ученикъ. $f:c=180:100$ или $5f=9c$.

Учитель. Это невѣрно.

Ученикъ. Почему?

Учитель. Точкѣ таянія льда у Цельзія соотвѣтствуетъ нуль. Если же ты положишь $c=0$, то изъ твоего равенства оказывается $f=0$; но при точкѣ таянія льда у Фаренгейта стоитъ не 0, а 32. Что ты долженъ сдѣлать чтобы $f=32$ при $c=0$?

Ученикъ. Я долженъ прибавить ко второй части 32.

Учитель. Слѣдовательно, каково будетъ равенство?

Ученикъ. $5f=9c+32$.

Учитель. Вставь теперь въ это равенство $c=0$; что получается?

Ученикъ. 5 f = 32. Нѣтъ, это невѣрно; по лѣвую сторону должно быть одно f. Какъ это сдѣлать?.. Я знаю теперь: я долженъ сначала написать $f = {}^9/_5$ c и затѣмъ уже добавить справа 32; слѣдовательно, $f = {}^9/_5$ c+32. Если теперь сюда вставить c = 0, то получится вѣрно: f = 32.

Учитель. Да, теперь вѣрно.

Ученикъ. Развѣ дѣйствительно смѣсь изъ льда и другого...

Учитель. Нашатыря...

Ученикъ. И нашатыря имѣетъ самую низкую температуру, какая только есть?

Учитель. Никогда! У насъ зимой и то бываетъ холоднѣе. Высчитай, сколько будетъ градусовъ по Цельзію, когда по Фаренгейту 0°?

Ученикъ. Стало-быть, я долженъ принять f = 0. Тогда получается $0 = {}^9/_5$ c+32, а это даетъ $c = -17^7/_9$.

Учитель. Да, менѣе 18° ниже 0°; а у насъ часто бываетъ 20—25° ниже нуля.

Ученикъ. Какова же самая низкая температура?

Учитель. Въ послѣднее время удалось получить болѣе 250° ниже 0°.

Ученикъ. Какъ ты думаешь, удастся спуститься еще ниже?

Учитель. Развѣ — немного. Вѣроятно, — 273° C есть самая низкая температура, какая только существуетъ.

Ученикъ. Почему ты такъ думаешь?

Учитель. Сегодня я не могу тебѣ этого объяснить, но скоро ты узнаешь и тоже будешь такъ думать!

Ученикъ. Это любопытно!

---

7. Объ измѣреніи.

Учитель. Что ты узналъ вчера?

Ученикъ. Я узналъ, какъ дѣлаютъ термометры.

Учитель. Такъ. А такъ какъ термометръ—приборъ для измѣренія, то мы и поговоримъ объ измѣреніи вообще. Что можно измѣрять?

Ученикъ. Очень многое: длину, вѣсъ, плоскости... Я думаю,—можно измѣрять почти все.

Учитель. Не все, но очень многое. Что необходимо для измѣренія?

Ученикъ. Мѣра.

Учитель. Что же такое—мѣра?

Ученикъ. Мѣры бываютъ различныя, смотря по тому, что хотятъ измѣрять.

Учитель. Укажи мнѣ примѣръ.

Ученикъ. Я могу измѣрить хотя бы длину стола и выразить ее въ сантиметрахъ.

Учитель. Возьми измѣрительную линейку въ сантиметрахъ и измѣрь ею длину стола!

Ученикъ. Длина линейки—50 сантиметровъ. Я вижу это по послѣднему числу на ней. Кладу линейку такъ, чтобы начало ея совпало съ краемъ стола, и отмѣчаю, до какого мѣста она хватаетъ. Затѣмъ перекладываю линейку къ мѣткѣ и снова дѣлаю значокъ у ея конца. Если теперь приложить начало линейки ко второй мѣткѣ, то линейка заходитъ за край стола, и я отмѣчаю, противъ какого числа оканчивается столъ: противъ 22. Слѣдовательно, длина стола будетъ: $50+50+22=122$ сант.

Учитель. Вѣрно. Стало-быть, ты прикладывалъ сантиметры другъ къ другу столько разъ, пока получилъ, наконецъ, длину, соотвѣтствующую длинѣ стола. Линейка облегчила тебѣ только счетъ отдѣльныхъ сантиметровъ.

Ученикъ. Да, такъ.

Учитель. А какъ ты поступаешь при опредѣленіи вѣса?

Ученикъ. На одну чашку вѣсовъ я кладу данный предметъ, а на другую столько разновѣсокъ, сколько необходимо для полученія равновѣсія.

Учитель. Какъ же ты обозначишь и выразишь вѣсъ?

Ученикъ. На каждой гирькѣ обозначено, сколько граммъ она вѣситъ; я складываю всѣ эти числа.

Учитель. Ты видишь, приходится продѣлывать то же, что и раньше: ты прибавляешь граммы до тѣхъ поръ, пока ихъ вѣсъ не сравняется съ вѣсомъ предмета. Разновѣски только помогаютъ вести счетъ граммамъ.

Ученикъ. Конечно. А я не замѣтилъ даже, что оба случая такъ одинаковы.

Учитель. Ты скоро увидишь, что всякое измѣреніе сводится всегда къ такому пріему. Но теперь другой вопросъ: почему ты не измѣрялъ длину граммами, а вѣсъ — сантиметрами?

Ученикъ. Это невозможно!

Учитель. Почему?

Ученикъ. Если я добавлю еще столько же сантиметровъ, то и тогда изъ этого не получится вѣсъ.

Учитель. Правильно. Выскажи это въ общей формѣ.

Ученикъ. Длину можно измѣрять только длиной, а вѣсъ—только вѣсомъ.

Учитель. Другими словами, — обобщая еще шире,— каждую величину можно измѣрить только при помощи величины того же рода.

Ученикъ. Да, я понимаю это.

Учитель. Ты выразилъ длину въ сантиметрахъ; но развѣ сантиметръ единственная мѣра длины?

Ученикъ. Нѣтъ. Есть еще миллиметръ, километръ, дюймъ, миля, локоть и много другихъ мѣръ.

Учитель. Въ чемъ же заключается различіе между ними?

Ученикъ. Сантиметръ имѣетъ иную длину, нежели дюймъ, а дюймъ и т. д.

Учитель. Правильно. Эти опредѣленныя мѣры длины: сантиметръ, дюймъ, миля и т. д., называются единицами длины. При каждомъ измѣреніи всегда указываютъ единицу длины, которой пользуются, и число единицъ, заключающихся въ измѣряемомъ предметѣ.

Ученикъ. Почему употребляется такъ много различныхъ мѣръ для величинъ одного и того же рода, напримѣръ, для длины?

Учитель. Это происходитъ оттого, что выборъ единицъ мѣръ произволенъ. Первоначально каждая группа людей, нуждавшихся въ мѣрахъ длины, выбрала и употребляла свою особую мѣру, не заботясь о томъ, какими мѣрами пользуются другіе. Въ концѣ-концовъ, существованіе массы различныхъ мѣръ стало такъ несносно, что въ концѣ 18-го столѣтія французское правительство первое рѣшило вывести изъ употребленія всѣ старыя мѣры длины и замѣнить ихъ одной новой. Необходимо было также уберечь ее отъ случайныхъ измѣненій. Порѣшили, наконецъ, воспользоваться въ качествѣ основной мѣры земнымъ шаромъ. Длину квадранта земного меридіана, слѣдовательно, длину NN (рис. 9), раздѣлили на 10.000.000 частей и назвали одну такую часть метромъ, который и долженъ былъ служить единицей мѣры длины. Одинъ сантиметръ есть сотая часть этой длины и, слѣдовательно, одна тысячемилліонная часть земного квадранта.

Ученикъ. Но какъ же возможно раздѣлить земной квадрантъ, когда не достигли еще до сѣвернаго полюса?

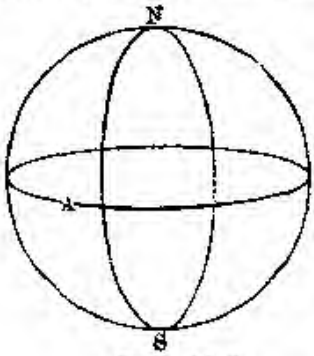

Рис. № 9.

Учитель. Только часть его была измѣрена, а затѣмъ опредѣлили при помощи угла, образуемаго двумя отвѣсными линіями, ея отношеніе къ цѣлому. При этомъ выяснилось, что результаты этого измѣренія оказываются менѣе точными, нежели результаты сравненія двухъ метровъ. Въ настоящее время за метръ принимаютъ длину метра, хранящагося въ Парижѣ. Онъ приготовленъ изъ наименѣе поддающагося измѣненіямъ матеріала, какой только можно приготовить изъ сплава благородныхъ металловъ платины и иридія.

Ученикъ. А если онъ потеряется или испортится?

Учитель. Объ этомъ тоже позаботились. Было приготовлено еще около 20 такихъ же метровъ. Всѣ ихъ тщательно сравнили между собою и отправили въ Берлинъ, Петербургъ, Римъ и многія другія мѣста, такъ что, если даже тотъ или другой изъ нихъ будетъ утерянъ, все-же

метръ, какъ опредѣленная мѣра длины, сохранится. По этимъ мѣрамъ приготовлено теперь много другихъ изъ разныхъ матеріаловъ. Поэтому существованіе метра, какъ единицы длины, такъ же обезпечено, какъ и существованіе самого человѣчества.

Ученикъ. Но все-же метръ является совершенно произвольной мѣрой. Почему не избрали такой, которая бы совершенно не зависѣла отъ произвола человѣка?

Учитель. Потому что такой нѣтъ.

Ученикъ. Но съ углами это иначе. Я училъ въ геометріи, что прямой уголъ есть естественная мѣра, а не произвольно выбранная. Почему нельзя установить такую же мѣру для длины?

Учитель. Назови мнѣ естественную мѣру длины!

Ученикъ. Мнѣ въ голову не приходитъ сейчасъ ни одна. Но на чемъ же основано это различіе?

Учитель. Оно основано на томъ, что углы не могутъ быть безконечно велики. Если ты будешь поворачивать прямую вокругъ какой-нибудь точки другой прямой, то сначала уголъ между ними будетъ становиться все больше, но его нельзя сдѣлать больше четырехъ прямыхъ, потому что такой уголъ равенъ нулю, а далѣе опять получаются тѣ же углы, что были раньше. Слѣдовательно, самый большой уголъ, какой только возможенъ, представляетъ конечную величину, которая и является естественной единицей. А для длины таковой не существуетъ, ибо ты не можешь себѣ представить такой большой длины, которой нельзя было бы еще увеличить.

Ученикъ. Слѣдовательно, все то, что можно увеличивать до безконечности, не должно имѣть естественной единицы.

Учитель. Совершенно вѣрно. Ты убѣдишься скоро, что для всѣхъ такихъ величинъ приняты произвольныя единицы. И наилучшее доказательство этого заключается въ томъ, что никто не знаетъ для нихъ естественной единицы. Но побесѣдуемъ еще о метрѣ. Неудобно всѣ величины одного и того же рода измѣрять только одной мѣрой. Длину стола можно измѣрить сантиметромъ, но для высоты какой-

либо горы или длины рѣки получились бы слишкомъ большія числа. Для опредѣленія такихъ большихъ величинъ пользуются болѣе крупными единицами длины.

Ученикъ. Да, я знаю,—метрами и километрами.

Учитель. Вѣрно. Уже съ давнихъ поръ пользовались такими различными единицами, но въ большинствѣ случаевъ онѣ не находились между собою въ достаточно простомъ отношеніи. Поэтому, когда ввели въ употребленіе метръ, рѣшили одновременно допустить еще такія единицы, которыя находились бы въ отношеніи 1 : 10 : 100 : 1000 и т. д., слѣдовательно, въ отношеніи какой-либо степени отъ 10.

Ученикъ. Почему именно въ этомъ отношеніи?

Учитель. Потому что при этомъ легче всего перевести одну мѣру въ другую, стоитъ только прибавлять нули или переставлять десятичные знаки. Такъ имѣемъ: 1 километръ—сокращенный знакъ km—равенъ 100 метрамъ—сокращенный знакъ m.

1 метръ = 10 дециметрамъ (dcm) = 100 сантиметрамъ (cm) = = 1000 миллиметрамъ (mm).

Ученикъ. Что собственно значитъ кило?

Учитель. Кило—это греческое наименованіе тысячи. Тогда же рѣшено было обозначать кратныя единицы длины греческими числительными (дека-, гекто- и километръ), а дробныя—латинскими (деци-, центи-, миллиметръ).

Ученикъ. Такъ. Теперь я понимаю также названія килограммъ и миллиграммъ.

Учитель. Да, единицей массы является граммъ. Эта мѣра тѣсно связана съ сантиметромъ: единицей массы избрали массу кубическаго сантиметра воды при 4° С и назвали граммомъ (g). Отсюда производятся кратныя дека-, гекто- и килограммъ, изъ которыхъ употребляютъ только послѣдній (kg). Килограммъ равенъ 2,4419 русскаго фунта. Изъ дробныхъ долей грамма деци- и центиграммы употребляются рѣдко; напротивъ, миллиграммъ (mg), равный 0,001 грамма, употреблютъ часто при научныхъ работахъ.

Ученикъ. Ты сказалъ, что граммъ есть единица массы. А я думалъ, что это — единица вѣса, потому что вѣсятъ на граммы и килограммы.

Учитель. Одно съ другимъ находится въ связи. Масса является такимъ свойствомъ тѣлъ, которое опредѣляетъ ихъ движеніе, если таковое имъ сообщатъ; поэтому массу измѣряютъ при посредствѣ работы, которую необходимо совершить, чтобы получить одинаковыя скорости. Вѣсъ, или сила, съ которой тѣла стремятся падать въ каждомъ данномъ мѣстѣ, точно пропорціоналенъ массѣ; и массы должны быть равны, если ихъ вѣсъ одинаковъ. Такимъ образомъ, массы можно измѣрять по вѣсу.

Ученикъ. Для чего же намъ нужно знать массы? Вѣдь хлѣбъ, желѣзо, золото и т. д. продаютъ и покупаютъ по вѣсу.

Учитель. Конечно, по вѣсу, но не ради вѣса. Въ наукѣ вѣсъ относятъ къ массѣ, а не наоборотъ, потому что масса неизмѣнна, тогда какъ вѣсъ можетъ измѣняться.

Ученикъ. А если я буду старательно сохранять вещи и запру ихъ такъ, чтобы ничего не могло пропасть, то вѣсъ все-же не измѣнится!

Учитель. Ты меня не такъ понялъ. Если отъ какого-нибудь тѣла отнять часть его, то масса его уменьшится въ томъ же отношеніи, какъ и вѣсъ. Но вообще каждое тѣло, остающееся неизмѣннымъ, обладаетъ меньшимъ вѣсомъ на горахъ, нежели въ долинахъ, а также вѣсъ его будетъ меньше вблизи экватора, чѣмъ вблизи полюса.

Ученикъ. Я припоминаю теперь изъ уроковъ географіи: это стоитъ въ связи съ притяженіемъ къ землѣ. Такъ какъ земля сплющена, то всѣ тѣла у полюсовъ находятся ближе всего къ ея центру, а находящіяся у экватора—дальше всего.

Учитель. Правильно. Ты долженъ только добавить, что сила притяженія убываетъ по мѣрѣ удаленія отъ центра земли; кромѣ того, къ этому присоединяется еще дѣйствіе центробѣжной силы, вліяніе которой направлено въ сторону противоположную силѣ тяжести и оказывается наибольшимъ на экваторѣ.

Ученикъ. Если я теперь отвѣшу здѣсь килограммъ песку и отнесу его на высокую гору, гдѣ опять взвѣшу, то онъ будетъ меньше вѣсить?

Учитель. Если ты опять пожелаешь на горѣ воспользоваться вѣсами, устроенными по принципу рычага, то ты долженъ положить точно такое же количества гирь, какъ и внизу.

Ученикъ. Но ты сказалъ вѣдь...

Учитель. Ибо твои гири потеряли въ вѣсѣ столько же, сколько потерялъ песокъ.

Ученикъ. Какъ?.. Да, теперь понимаю; я не подумалъ объ этомъ. Но какъ же, въ такомъ случаѣ, опредѣлили, что вѣсъ становится меньше?

Учитель. Этого достигли, опредѣляя вѣсъ не при помощи гирь, а другими средствами, которыя не зависятъ отъ силы тяжести. Пружинные вѣсы, по которымъ вѣсъ опредѣлиется благодаря растягиванію упругой стальной пружины, показали бы меньшій вѣсъ на горѣ, нежели въ долинѣ. Но самыя точныя показанія даетъ, конечно, маятникъ, который качается тѣмъ быстрѣе, чѣмъ сильнѣе притяженіе.

Ученикъ. Отъ чего же это зависитъ?

Учитель. Ты узнаешь это на урокахъ физики. Мы должны теперь вернуться къ нашему главному вопросу. Я сказалъ тебѣ, что вещи, продающіяся по вѣсу, покупаютъ не ради ихъ вѣса. Для чего покупаютъ хлѣбъ?

Ученикъ. Чтобы ѣсть.

Учитель. Развѣ ты ѣшь его, чтобы быть тяжелѣе?

Ученикъ. Ха, ха, ха! Нѣтъ, потому что онъ вкусенъ; а также, чтобы стать сильнѣе.

Учитель. Послѣднее важнѣе. И уголь покупаютъ тоже не ради его вѣса, а для того, чтобы топить и т. д.

Ученикъ. Да, но я вообще не понимаю, какое значеніе имѣетъ вѣсъ?

Учитель. Что пріятнѣе тебѣ имѣть: большой бутербротъ или маленькій?

Ученикъ. Конечно, большой!

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что онъ больше, и маленькимъ я не могу насытиться.

Учитель. А который тяжелѣе?

Ученикъ. Конечно, большой.

Учитель. Ты видишь теперь, какое значеніе имѣетъ вѣсъ. Свойства и примѣненіе, ради которыхъ покупаютъ предметы, проявляются сильнѣе или слабѣе, становятся больше или меньше въ зависимости отъ массы, или вѣса. Свойственная хлѣбу способность поддерживать твою жизнь пропорціональна его вѣсу; уголь даетъ тѣмъ больше тепла, чѣмъ больше его по вѣсу. Какъ техническое и экономическое значеніе веществъ увеличивается съ увеличеніемъ массы и вѣса, такъ же отъ массы и вѣса зависитъ значеніе многихъ, важныхъ въ научномъ отношеніи, свойствъ ихъ. Такимъ образомъ, вѣсы пріобрѣли въ химіи значеніе весьма важнаго прибора только благодаря тѣмъ особенностямъ свойствъ, которыя стоятъ въ связи съ вѣсомъ вещества, хотя бы само по себѣ значеніе вѣса для большинства цѣлей являлось безразличнымъ.

Ученикъ. Стало-быть, вѣсъ подобенъ бумагѣ, которая сама по себѣ малоцѣнна, но пріобрѣтаетъ большую цѣнность благодаря тому, что на ней напечатано.

Учитель. Сравненіе довольно хорошо, хотя не вполнѣ подходитъ. Но приведемъ лучше болѣе близкіе примѣры. Какъ тебѣ извѣстно, жидкости покупаютъ и продаютъ какъ мѣрой, такъ и по вѣсу. Вино и пиво продаютъ исключительно мѣрой, т.-е. по объему, который они занимаютъ; керосинъ—мѣрой и по вѣсу, сѣрную кислоту—только по вѣсу.

Ученикъ. Отъ чего это зависитъ?

Учитель. Привычка и удобство являются здѣсь руководящими причинами. Мѣрить объемными мѣрами гораздо легче и быстрѣе, чѣмъ взвѣшивать, да и приготовить такую мѣру легче, нежели вѣсы; поэтому предпочитаютъ такой способъ. Съ другой стороны, сѣрная кислота—жидкость немного опасная, и ее неохотно переливаютъ; поэтому ее продаютъ охотнѣе на вѣсъ. Но для нашихъ цѣлей это безразлично, такъ какъ для одного и того же вещества объемъ и вѣсъ находятся въ постоянномъ отношеніи. Поэтому дѣйствіе, которое производятъ жидкости, и ихъ полезность такъ же пропорціональны занимаемому ими объему, какъ и вѣсу. Для того, кто пользуется керосиномъ, въ одинаковой степени безразлично, какой объемъ онъ занимаетъ, и каковъ

его вѣсъ. Для него важно лишь количество свѣта и тепла, которое даетъ керосинъ. Но количество измѣняется въ связи съ объемомъ, и потому объемъ есть также мѣра для количества свѣта, который можетъ быть полученъ изъ керосина. Теперь скажи мнѣ все, что знаешь о мѣрахъ емкости.

Ученикъ. Единица емкости есть литръ.

Учитель. До извѣстной степени это вѣрно. Настоящая единица емкости есть производное единицы длины и потому представляетъ кубъ, ребра котораго равны 1 метру, т.-е.—кубическій метръ (cbm.). Однако, эта мѣра слишкомъ велика для большинства измѣреній, поэтому избрали такую, которая ближе подходитъ къ старымъ мѣрамъ емкости. Это—кубъ, ребро котораго въ десять разъ меньше 1-го метра, и вмѣстимость котораго представляетъ $^1/_{1000}$ куб. метра (cbm.). Это будетъ кубическій дециметръ, или, короче,—литръ (l).

Ученикъ. Вѣроятно, ты оговорился, сказавъ, что кубическій дециметръ въ тысячу разъ меньше кубическаго метра. Вѣдь дециметръ представляетъ лишь $^1/_{10}$ метра.

Учитель. Подумай хорошенько!

Ученикъ. Ахъ, извини; я сдѣлалъ глупость. Объемъ тѣлъ вѣдь измѣняется вмѣстѣ съ третьей степенью ихъ равныхъ реберъ, и $10 \times 10 \times 10$ будетъ тысяча.

Учитель. Вотъ это вѣрно. Кромѣ литра, употребляется еще мѣра въ тысячу разъ меньшаго размѣра. Какъ великъ такой кубъ?

Ученикъ. Его ребро будетъ въ десять разъ меньше; $^1/_{10}$ дециметра есть $^1/_{100}$ метра, слѣдовательно, оно равняется одному сантиметру.

Учитель. Мѣрой емкости служитъ кубическій сантиметръ (ccm.). Теперь напиши такую же таблицу, какую ты составилъ для мѣръ длины.

Ученикъ. 1 куб. метръ = 1000 литрамъ, а 1 литръ = 1000 кубическимъ сантиметрамъ.

Учитель. Правильно. На этомъ мы и покончимъ сегодня, хотя объ измѣреніи можно было бы сказать еще очень многое.

8. Плотность.

Учитель. Вчера ты училъ, какъ измѣряются объемы и вѣса. Теперь побесѣдуемъ еще объ измѣреніи. Что легче,— фунтъ свинца или фунтъ перьевъ?

Ученикъ. Ты думаешь, что я попадусь на эту старую удочку! Конечно, оба одинаково тяжелы.

Учитель. Но что легче,—свинецъ или перья?

Ученикъ. Гмъ, все-же—перья легче.

Учитель. Здѣсь есть противорѣчіе. Оно вытекаетъ изъ того, что слова легкій и тяжелый употребляютъ въ двоякомъ значеніи. Когда говорятъ, что свинецъ тяжелѣе перьевъ, то предполагаютъ, что пригоршня свинца имѣетъ большій вѣсъ, нежели пригоршня перьевъ, или, выражаясь точнѣе, если сравнивать одинаковые объемы свинца и перьевъ, то свинецъ имѣетъ большій вѣсъ. То же разумѣютъ, когда говорятъ, что дерево легче желѣза, хотя можно взять, смотря по желанію, такой кусокъ дерева, который будетъ легче или тяжелѣе даннаго куска желѣза.

Ученикъ. Я понимаю это.

Учитель. Но въ наукѣ не слѣдуетъ употреблять неточныя выраженія. Это свойство, которое у желѣза и свинца больше, нежели у дерева и перьевъ, называютъ плотностью. Обыкновенно говорятъ: желѣзо плотнѣе дерева, а свинецъ плотнѣе перьевъ. Слѣдовательно, на основаніи какихъ данныхъ можно опредѣлить плотность?

Ученикъ. На основаніи вѣса и объема.

Учитель. Правильно. А такъ какъ плотность какого-либо тѣла будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше вѣсъ его при данномъ объемѣ, и тѣмъ меньше, чѣмъ больше объемъ при данномъ вѣсѣ, то плотность будетъ прямо пропорціональна вѣсу и обратно пропорціональна объему. Слѣдовательно, если g есть вѣсъ, а v—объемъ, то плотность d выразится формулой:

$$d = \frac{g}{v}$$

Ученикъ. Для чего служитъ эта формула?

Учитель. Для опредѣленія плотностей. Разсмотримъ частный случай. Какъ велика плотность воды?

Ученикъ. Это будетъ зависѣть отъ того, сколько воды мы возьмемъ по вѣсу и по объему.

Учитель. Нѣтъ, отъ этого она не зависитъ. Мы разъ навсегда выбрали въ качествѣ единицы вѣса граммъ и въ качествѣ единицы объема кубическій сантиметръ. Возьмемъ любое количество воды, напримѣръ, одинъ литръ; какъ великъ его вѣсъ?

Ученикъ. Литръ воды вѣситъ 1000 граммъ.

Учитель. А какъ великъ его объемъ въ кубическихъ сантиметрахъ?

Ученикъ. Литръ равенъ 1000 куб. сант.

Учитель. Слѣдовательно, мы имѣемъ $g = 1000$ и $v = 1000$; какъ велико d?

Ученикъ. $d = {}^{1000}/_{1000} = 1$; плотность равна единицѣ.

Учитель. Теперь сдѣлай разсчетъ для 20 куб. сант. воды.

Ученикъ. $d = {}^{20}/_{20} = 1$. Опять получается единица. Конечно, такъ: если объемъ и вѣсъ увеличиваются и уменьшаются въ одинаковомъ отношеніи, то дробь всегда должна имѣть одну и ту же величину, сколько бы мы ни взяли воды.

Учитель. Теперь ты понялъ это. У меня есть еще свинцовый кубъ. Какова его плотность?

Ученикъ. Я долженъ для этого опредѣлить сначала его вѣсъ. Можно мнѣ его взвѣсить? Онъ вѣситъ 38,84 грамма. Затѣмъ слѣдуетъ узнать его объемъ. Какъ мнѣ это сдѣлать?

Учитель. Такъ какъ онъ представляетъ изъ себя кубъ, то тебѣ остается только опредѣлить длину одного изъ его реберъ.

Ученикъ. Длина ребра равняется 15 миллиметрамъ, слѣдовательно, объемъ будетъ $15^3 = 3375$.

Учитель. Чего 3375?

Ученикъ. 335 куб. миллим. Ахъ, да, я долженъ былъ выразить объемъ въ кубическихъ сантиметрахъ. На этотъ разъ я не ошибусь: объемъ равенъ 3,375 куб. сантиметрамъ.

Учитель. Вѣрно. Отсюда, плотность будетъ?..

Ученикъ. 38,84/3,375 = 11,51.

Учитель. Слѣдовательно, плотность этого куба 11,51. Такимъ образомъ, я могу сказать, что плотность свинца 11 51, ибо, если бы я изслѣдовалъ другой кубъ изъ свинца или вообще какой-либо кусокъ свинца, я получилъ бы то же самое число. Скажи, изъ чего это вытекаетъ?

Ученикъ. Я полагаю, что получилось бы приблизительно такое же число, но все-же я сомнѣваюсь, что дѣйствительно получится точно такое число.

Учитель. Ты, видимо, забылъ то, что я тебѣ раньше (стр. 2) говорилъ о свойствахъ тѣлъ. Плотность—тоже свойство; поэтому она и сохраняетъ тѣ же самыя особенности неизмѣнно при всѣхъ изслѣдованіяхъ одного и того же тѣла. Обыкновенный свинецъ представляетъ довольно чистое вещество, содержащее самое ничтожное количество постороннихъ примѣсей; поэтому его свойства остаются неизмѣнными при различныхъ испытаніяхъ.

Ученикъ. Но вѣдь всѣ тѣла расширяются при нагрѣваніи; слѣдовательно, объемъ свинцоваго куба долженъ быть больше въ тепломъ мѣстѣ, нежели въ холодномъ.

Учитель. Совершенно вѣрно. А вѣсъ тоже измѣняется отъ теплоты?

Ученикъ. Нѣтъ, насколько я знаю, не измѣняется.

Учитель. Вѣсъ совершенно не зависитъ отъ теплоты. Изъ этого слѣдуетъ, что съ повышеніемъ температуры плотность свинца должна уменьшаться, такъ какъ числитель не измѣняется, а знаменатель становится больше.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, плотность не есть точно опредѣленное свойство.

Учитель. Это невѣрно. При точно опредѣленной температурѣ плотность представляетъ опредѣленную величину. Это справедливо для всѣхъ тѣлъ. Вода также измѣняетъ свой объемъ въ зависимости отъ температуры; поэтому температуру въ 4° принимаютъ за такую, при которой вѣсъ 1 куб. сант. воды считаютъ равнымъ 1 грамму.

Ученикъ. Почему выбрали именно эту температуру?

Учитель. Потому что при 4° С вода имѣетъ наибольшую плотность, другими словами, — занимаетъ наименьшій объемъ.

Ученикъ. Я обдумываю теперь, какъ слѣдуетъ поступить, когда надо опредѣлить плотность тѣла, которое не имѣетъ формы куба.

Учитель. Это весьма разумный вопросъ, ибо лишь немногимъ тѣламъ можно придать такую форму. Вотъ смотри, какъ можно это сдѣлать. Здѣсь у меня имѣется стеклянная трубка съ вытравленными на ней штрахами, которые дѣлятъ ее на десятыя доли кубическаго сантиметра. Я наливаю въ нее воду и отсчитываю высоту уровня; нахожу 5,33 куб. сант.

Ученикъ. Ты отсчиталъ сотыя доли, въ то время какъ на трубкѣ обозначены только десятыя.

Учитель. Это долженъ умѣть дѣлать каждый, кто занимается измѣреніями. Обыкновенно уровень воды приходится не точно у какой-либо линіи, а чаще—между двумя. Въ такомъ случаѣ опредѣляютъ на глазъ десятыя доли пространства между двумя черточками и получаютъ сотыя доли.

Ученикъ. Я бы не могъ.

Учитель. Этому легко научиться, и ты можешь послѣ поупражняться.—Однако, продолжимъ наши занятія. Здѣсь у меня пузырекъ съ дробью. Она тоже состоитъ изъ свинца. Взвѣсь этотъ пузырекъ съ дробью.

Ученикъ. Онъ вѣситъ 43,58 грамма.

Учитель. Я отсыпаю часть дроби въ трубку. Теперь взвѣсь пузырекъ еще разъ.

Ученикъ. Онъ вѣситъ 28,42 грамма.

Учитель. Какое же количество дроби я отсыпалъ въ трубку?

Ученикъ. 43,58—28,42 = 15,16 грамма.

Учитель. Снова отсчитываю высоту уровня воды въ трубкѣ и нахожу 6,66, слѣдовательно, на 1,33 куб. сант. больше. Что изъ этого слѣдуетъ?

Ученикъ. А, теперь я понимаю. Это будетъ какъ разъ объемъ дроби, на который поднялась вода. Значитъ, она имѣ-

етъ вѣсъ, равный 15,16 грамма, и объемъ, равный 1,33 куб. сант.; отсюда—плотность 11,40. Получили почти то же самое число, какъ и раньше. Но все-же оба числа не вполнѣ равны между собою.

Учитель. Потому что ты не совсѣмъ точно производилъ измѣренія. Ты нашелъ, что ребро куба равняется 15 миллим. Измѣрь еще разъ!

Ученикъ. Да, оно оказывается немного меньше.

Учитель. Измѣрь также другія ребра!

Ученикъ. Ихъ длины не совпадаютъ между собою.

Учитель. Ты видишь, твое прежнее измѣреніе нѣсколько не точно, а потому и результатъ также не могъ быть вполнѣ точенъ. Производить очень точныя измѣренія въ высшей степени трудно, а потому удовлетворимся пока тѣмъ, что нашли. Точное число будетъ 11,4. Я предоставляю въ твое пользованіе вѣсы и измѣрительный цилиндръ; ты можешь потомъ опредѣлять плотности различныхъ тѣлъ. Слѣди лишь за тѣмъ, чтобы пузырьки воздуха вполнѣ были устранены, ибо въ противномъ случаѣ ты прибавишь къ объему тѣла еще объемъ пузырьковъ воздуха и получишь слишкомъ большой объемъ и слишкомъ малую плотность.

Ученикъ. Хорошо; я составлю себѣ таблицу плотностей. Но что же мнѣ опредѣлять?

Учитель. Лучше всего—различные минералы изъ своей коллекціи. Перейдемъ теперь къ другому вопросу. Имѣютъ ли жидкости также опредѣленную плотность?

Ученикъ. Я полагаю. Конечно, вѣдь плотность воды равна единицѣ.

Учитель. Вѣрно. Теперь подумай, какъ можно опредѣлить плотность жидкости?

Ученикъ. Надо опредѣлить объемъ и вѣсъ. Такъ, я знаю... Чтобы узнать объемъ жидкости, надо вылить ее въ измѣрительный цилиндръ.

Учитель. А какъ опредѣлить вѣсъ?

Ученикъ. Такъ же, какъ опредѣлилъ вѣсъ дроби. Я взвѣшу сначала бутылку съ жидкостью, солью нѣкоторую часть въ измѣрительный цилиндръ и затѣмъ снова взвѣшу бутылку.

Учитель. Можно такъ поступить, но можно воспользоваться и болѣе простымъ пріемомъ. Ты опредѣляешь разъ навсегда вѣсъ измѣрительнаго цилиндра, наливаешь въ него жидкость и взвѣшиваешь; тебѣ остается только вычесть вѣсъ цилиндра.

Ученикъ. Однимъ дѣломъ меньше!

Учитель. Но ты можешь еще болѣе сократить свою работу, если возьмешь не случайное количество жидкости, а опредѣленный обьемъ. Правда, этотъ пріемъ не годится для твердыхъ тѣлъ, зато имъ удобно пользоваться, когда имѣешь дѣло съ жидкостями, такъ какъ послѣднія совершенно заполняютъ данный обьемъ. Если ты, напримѣръ, нальешь въ измѣрительный цилиндръ 1 куб. сант. жидкости и опредѣлишь ея вѣсъ, то какъ выразишь ты вышеуказанное равенство?

Ученикъ. Тогда будетъ: $d = g/1$, т.-е. $d = g$, вѣсъ равенъ плотности.

Учитель. Видишь, въ такомъ случаѣ тебѣ совсѣмъ не приходится дѣлить. На этомъ основаніи нерѣдко говорятъ, что плотностъ равна вѣсу единицы объема. Хотя въ этомъ выраженіи нѣтъ ошибки, но оно нѣсколько узко; поэтому я и не говорилъ такъ раньше.

Ученикъ. Я попробовалъ сейчасъ налить въ измѣрительный цилиндръ точно 1 куб. сант. воды, но это очень трудно сдѣлать: всегда выходить или слишкомъ мало, или слишкомъ много.

Учитель. Налей немного больше и удали избытокъ узенькой полоской пропускной бумаги. Она впитываетъ столь незначительныя количества воды, что ты легко можешь отнять сколько тебѣ надо.

Ученикъ. Да, это очень удобно.

Учитель. Но еще удобнѣе воспользоваться такимъ приборомъ (рис. 10), который называютъ пипеткой (это французское слово и означаетъ—трубочка). Опустивъ нижній конецъ пипетки въ жидкость, насасываютъ послѣднюю ртомъ черезъ верхній конецъ выше черты, вытравленной на верхней части пипетки. Затѣмъ указательнымъ пальцемъ закрываютъ верхнее отверстіе пипетки. Прислонивъ нижній ко-

нецъ къ стѣнкѣ сосуда и открывая, по мѣрѣ надобности, верхній конецъ, выпускаютъ изъ нея столько жидкости, чтобы уровень послѣдней наконецъ совпалъ съ черточкой.

Ученикъ. Но чтобы взвѣсить жидкость, я долженъ ее снова перелить въ другой сосудъ.

Учитель. Нѣтъ, ты можешь просто положить пипетку на вѣсы. Если ее положить горизонтально, то ничего изъ нея не вытечетъ. Опредѣливъ разъ навсегда вѣсъ пустой пипетки, тебѣ остается только вычесть его изъ общаго вѣса, чтобы опредѣлить вѣсъ кубическаго сантиметра жидкости, или плотность ея. Еще проще, если ты уравновѣсишь пипетку хотя бы кусочкомъ проволоки. Такой грузъ въ торговлѣ называютъ тарой, а въ данномъ случаѣ это будетъ тара пипетки. Слѣдовательно, остальные разновѣсы прямо укажутъ теперь плотность жидкости.

Ученикъ. Я обязательно продѣлаю все это.

Учитель. Ты можешь такимъ способомъ изслѣдовать различныя жидкости, напримѣръ, спиртъ, растворъ соли... Ты найдешь, что плотность перваго меньше, а второго больше плотности воды.

Рис. № 10.

Ученикъ. Такъ, я могу теперь составить еще таблицу плотностей жидкихъ тѣлъ.

Учитель. Ты умѣешь теперь обращаться съ твердыми тѣлами и жидкостями; но какъ поступаютъ съ газами?

Ученикъ. А развѣ нельзя опредѣлить ихъ вѣсъ и объемъ?

Учитель. Конечно, можно, но это не такъ легко. Во-первыхъ, вѣсъ большого объема воздуха очень малъ: 1 литръ воздуха вѣситъ немного больше 1 грамма, какъ ты это раньше видѣлъ. Во-вторыхъ, объемъ газовъ очень легко измѣняется при незначительной перемѣнѣ давленія и температуры. Слѣдовательно, получаются весьма различныя величины плотностей для одного и того же газа въ зависимости отъ величины давленія и температуры.

Ученикъ. Но вѣдь это относится также и къ твердымъ и къ жидкимъ тѣламъ.

Учитель. Для послѣднихъ эти измѣненія много меньше и принимаются въ разсчетъ лишь при болѣе точныхъ измѣреніяхъ.

Ученикъ. Какъ же, въ такомъ случаѣ, поступаютъ съ газами?

Учитель. Работа съ газами сопряжена съ значительными затрудненіями; я разъясню тебѣ это какъ-нибудь въ другой разъ. Пока скажу только, что ученые условились производить измѣренія газовъ при точно опредѣленной температурѣ и опредѣленномъ давленіи.

Ученикъ. Я никакъ не предполагалъ, что измѣреніе такая сложная вещь.

---

9. Форма состоянія тѣлъ. (Die Formarten).

Учитель. Мы не станемъ сегодня повторять того, что ты вчера выучилъ, а возвратимся къ тому, о чемъ бесѣдовали въ позапрошлый урокъ. Ты познакомился съ двумя опредѣленными свойствами воды. Какому закону подчиняется таяніе льда и кипѣніе воды?

Ученикъ. Оба явленія наступаютъ при опредѣленной температурѣ.

Учитель. Такъ. Однако, не одна только вода обладаетъ этимъ свойствомъ, но также всѣ тѣла.

Ученикъ. Дѣйствительно всѣ?

Учитель. Всѣ тѣла, которыя являются вполнѣ чистыми. Напротивъ, смѣси и растворы обладаютъ перемѣнными точками плавленія и кипѣнія.

Ученикъ. Какъ—перемѣнными?

Учитель. Если нагрѣть растворъ до кипѣнія, то температура не остается неизмѣнной во все время кипѣнія, какъ у чистыхъ тѣлъ, но станетъ постепенно повышаться по мѣрѣ улетучиванія паровъ. Равнымъ образомъ, при плавленіи какой-либо смѣси, жидкость появляется при опредѣленной температурѣ, но послѣдняя не остается безъ измѣненія; если

начать подогрѣвать взятую смѣсь, температура будетъ становиться тѣмъ выше, чѣмъ больше образуется жидкости.

Ученикъ. Я могу это видѣть?

Учитель. Послѣ. А теперь пока займемся чистыми веществами. Ты видѣлъ, что жидкую воду можно превратить въ твердый ледъ и газообразный паръ. Но знаешь ли ты, какъ эти различныя состоянія называются?

Ученикъ. Да, аггрегатныя состоянія.

Учитель. Вѣрно, таково обыкновенное названіе. Что означаетъ оно?

Ученикъ. Aggregare значитъ собирать. Но я не понимаю, какое отношеніе оно имѣетъ къ жидкости или пару.

Учитель. Это названіе вытекаетъ изъ того допущенія, что всѣ тѣла состоятъ якобы изъ маленькихъ частичекъ, которыя могутъ различнымъ образомъ располагаться относительно другъ друга. Ихъ называютъ атомами. Смотря по тому, находятся ли они ближе, или дальше другъ отъ друга, они образуютъ твердыя, жидкія и газообразныя тѣла.

Ученикъ. А въ лупу можно видѣть эти атомы?

Учитель. Нѣтъ, ихъ не видно даже въ самый сильный микроскопъ. Принимаютъ, что они еще меньше тѣхъ весьма малыхъ предметовъ, какіе только можно различить подъ микроскопомъ.

Ученикъ. Но все-таки они находятся въ веществахъ?

Учитель. За это я не могу поручиться, ибо ихъ существованіе не доказано.

Ученикъ. Какъ же въ такомъ случаѣ можно говорить, что твердое и жидкое состояніе тѣлъ зависитъ отъ нихъ?

Учитель. Существующія въ дѣйствительности тѣла проявляютъ въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ такія свойства, какія должны были бы обнаружить скопленія атомовъ, если бы таковыя имѣлись. Если, слѣдовательно, признать, что тѣла состоятъ изъ атомовъ, то отсюда можно вывести, что они должны обнаруживать такія особенности, какими дѣйствительно обладаютъ.

Ученикъ. Но вѣдь это излишнія подробности. Почему не говорятъ просто: тѣла обладаютъ такими то свойствами; этого было бы достаточно.

Учитель. Потому что изъ допущенія существованія атомовъ можно вывести много различныхъ слѣдствій, которыя оказываются согласными съ дѣйствительностью. Такое допущеніе называютъ гипотезой.

Ученикъ. Но все-таки я не могу хорошенько понять, какая польза въ такомъ допущеніи, разъ нельзя доказать, что гипотеза является выраженіемъ дѣйствительности.

Учитель. Гипотеза служитъ для того, чтобы легче было представить себѣ и запомнить дѣйствительныя условія. Положимъ, ты желаешь запомнить три имени: Альфредъ, Антонъ, Артуръ; ты можешь облегчить себѣ это, если обратишь вниманіе на то, что всѣ они начинаются съ буквы а. Кромѣ того, гипотезы облегчаютъ трудъ изслѣдованія. Сначала обсуждаютъ и дѣлаютъ заключеніе,—какія свойства можетъ и должна обнаружить группа атомовъ при извѣстныхъ условіяхъ,—а затѣмъ провѣряютъ на опытѣ, обнаруживаютъ ли дѣйствительно тѣла указанныя свойства.

Ученикъ. Что же, всегда такъ и выходитъ?

Учитель. Къ сожалѣнію, не всегда.

Ученикъ. Значитъ, каждый разъ, когда дѣлаютъ подобное заключеніе, необходимо его еще провѣрить.

Учитель. Да. Вѣдь постоянно представляются случаи ставить по отношенію къ природѣ извѣстные вопросы и производить соотвѣтствующіе опыты и наблюденія. А благодаря этому увеличивается запасъ полезныхъ свѣдѣній, что тоже имѣетъ свою хорошую сторону.

Ученикъ. А если опытъ не согласуется съ выводомъ?

Учитель. Въ такомъ случаѣ остается надѣяться, что это противорѣчіе когда-нибудь объяснится.

Ученикъ. Но это довольно сомнительная надежда!

Учитель. Тѣмъ не менѣе приходится пользоваться гипотезами въ виду той пользы, которую извлекаютъ изъ нихъ при занятіяхъ и изслѣдованіяхъ.

Ученикъ. Но развѣ нельзя обойтись безъ нихъ?

Учитель. Конечно, можно. Но люди уже настолько привыкли теперь ко многимъ гипотезамъ и въ частности—къ атомистической гипотезѣ, что для нихъ представились бы большія затрудненія, если бы они были вынуждены обходиться

безъ ихъ помощи. Поэтому и мы не будемъ отъ нихъ отказываться.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, объясни мнѣ, какимъ образомъ составлены изъ атомовъ твердыя, жидкія и газообразныя тѣла?

Учитель. Ты поставилъ бы меня въ затруднительное положеніе, если бы какъ разъ на этомъ вопросѣ захотѣлъ убѣдиться въ полезности атомистической гипотезы, ибо до сихъ поръ не удалось еще дать удовлетворительнаго объясненія. И намъ нечего больше останавливаться на этомъ вопросѣ. Я завелъ рѣчь объ этомъ только для того, чтобы объяснить тебѣ происхожденіе названія аггрегатное состояніе. Я же предпочитаю съ тобой вмѣстѣ непосредственно наблюдать тѣ условія, при которыхъ обнаруживаются различныя состоянія тѣлъ. Поэтому, не желая пользоваться упомянутымъ названіемъ, я предпочитаю говорить о формѣ состоянія тѣлъ (Formarten).

Ученикъ. Что означаетъ это названіе?

Учитель. Оно указываетъ на самое существенное различіе въ состояніи тѣлъ. Чѣмъ характеризуется твердое тѣло въ зависимости отъ своей формы, или наружнаго вида?

Ученикъ. Я не знаю собственно ничего особеннаго, что слѣдовало бы указать. Его можно разбить, разрѣзать, согнуть...

Учитель. А если его оставить въ покоѣ?

Ученикъ. Оно сохраняетъ тогда свою форму.

Учитель. Вѣрно. Но задумывался ли ты когда-нибудь надъ тѣмъ, какъ это важно?

Ученикъ. Я не вижу ничего особенно важнаго въ этомъ. Напротивъ, часто это бываетъ очень неудобно, когда, напримѣръ, надо расколоть слишкомъ большой кусокъ сахару.

Учитель. Подумай только, этотъ домъ долженъ былъ бы разрушиться, если бы камни и балки, изъ которыхъ онъ построенъ, стали вдругъ измѣнять свою форму. И вся наша утварь оказалась бы никуда негодной: ты не могъ бы ничего рѣзать ножомъ, если бы клинокъ не сохранялъ своей формы; молоко выливалось бы изъ твоей кружки, если бы форма ея измѣнялась.

Ученикъ. Да, я понимаю теперь. Трудно даже представить себѣ, къ чему привело бы все это; весь міръ долженъ былъ бы разрушиться.

Учитель. Я вижу,—ты началъ усваивать. Но скажи, всѣ ли тѣла обладаютъ свойствомъ сохранять свою форму? Каковы, напр., въ этомъ отношеніи свойства воды?

Ученикъ. Нѣтъ, вода не сохраняетъ своей формы, ее можно наливать въ сосудъ любой формы.

Учитель. Одна ли вода обладаетъ такимъ свойствомъ?

Ученикъ. Нѣтъ, это—свойство всѣхъ жидкихъ тѣлъ. Да, теперь я вижу, какъ важно это различіе. Но почему именно твердыя тѣла сохраняютъ свою форму?

Учитель. Это необдуманный вопросъ. Какъ ты узнаешь, что тѣло твердо?

Ученикъ. Я дотрогиваюсь до него...

Учитель. И убѣждаешься, что оно сохраняетъ свою форму. Слово твердость указываетъ на общее многимъ тѣламъ свойство сохранять свою форму.

Ученикъ. Но оно должно же имѣть свою причину.

Учитель. Я не понимаю тебя.

Ученикъ. Почему, напримѣръ, этотъ кусокъ серебра не жидокъ.

Учитель. Если ты его достаточно сильно нагрѣешь, то онъ начнетъ плавиться и превратится въ жидкость. Здѣсь у меня кусочекъ тонкой серебряной проволоки. Если я буду ее держать въ пламени, то она становится жидкой, и на концѣ ея появляется капелька. Теперь капелька упала.

Ученикъ. Такъ...

Учитель. Будетъ ли тѣло твердо, или жидко, это зависитъ только отъ его температуры: ниже своей точки плавленія тѣло твердо, выше—жидко.

Ученикъ. И это относится ко всѣмъ тѣламъ?

Учитель. Да.

Ученикъ. Слѣдовательно, можно любое жидкое тѣло охлажденіемъ превратить въ твердое, и каждое твердое нагрѣваніемъ—въ жидкость.

Учитель. Совершенно вѣрно. Но есть жидкости, точка затвердѣванія которыхъ лежитъ очень низко, и есть твердыя

тѣла, точка плавленія которыхъ лежитъ очень высоко. И этимъ точкамъ плавленія, или затвердѣванія, соотвѣтствуютъ самыя разнообразныя температуры.

Ученикъ. Чѣмъ обусловливаются эти температуры?

Учитель. Опять необдуманный вопросъ. Ты могъ бы развѣ только спросить: въ связи съ чѣмъ онѣ стоятъ?—Это равносильно тому, если бы ты спросилъ: почему существуютъ верблюды? Тогда какъ можно только спросить: чѣмъ характеризуются эти животныя, и въ какомъ отношеніи находятся ихъ характерныя особенности къ особенностямъ другихъ животныхъ?—Точки плавленія, какъ свойства тѣлъ, такія же явленія природы, и онѣ стоятъ въ связи съ другими свойствами.

Ученикъ. Какова же эта связь?

Учитель. Ты не понялъ бы меня, если бы я вздумалъ отвѣтить на твой вопросъ, ибо для того, чтобы понять эту связь, ты долженъ былъ бы предварительно знать тѣ, другія, свойства тѣлъ.

Ученикъ. Да, это вѣрно. Значитъ, только тогда, когда познакомишься съ довольно большимъ количествомъ различныхъ свойствъ, только тогда можно уловить существующія между ними отношенія.

Учитель. Правильно. Слѣдовательно, мы должны начать нашу работу прежде всего съ накопленія, записыванія и запоминанія отдѣльныхъ фактовъ, а затѣмъ уже будемъ сопоставлять ихъ съ тою цѣлью, чтобы узнать, что́ между ними общаго. Такимъ именно путемъ и открываютъ законы природы.

Ученикъ. Я представлялъ себѣ это совсѣмъ иначе. Я полагалъ, что очень умному человѣку они должны сами по себѣ придти въ голову.

Учитель. Само по себѣ вообще ничто не происходитъ. Положимъ, законъ природы указываетъ, какъ протекаютъ извѣстныя явленія при данныхъ условіяхъ. Чтобы установить такой законъ, необходимо предварительно изучить эти явленія при данныхъ условіяхъ, ибо кто не знаетъ этихъ условій, тотъ не можетъ дѣлать никакихъ выводовъ.

Ученикъ. Безъ сомнѣнія. Но въ такомъ случаѣ каждый можетъ открывать законы природы?

Учитель. Конечно, можетъ, если только онъ изучилъ явленія при такихъ условіяхъ, при которыхъ они не были еще въ достаточной степени изучены. Но это нелегко сдѣлать, потому что обыкновенныя и легко доступныя условія въ большинствѣ случаевъ уже изслѣдованы; и надо обладать очень обширными и точными знаніями, чтобы открыть еще неизслѣдованныя области и затѣмъ ихъ изслѣдовать. Ты, напр., легко могъ бы открыть сѣверный полюсъ, но при одномъ условіи, если бы ты уже находился близь него. Затрудненіе состоитъ не въ томъ, чтобы увидѣть самый полюсъ, а въ томъ, какъ достигнуть такого мѣста, откуда можно было бы его увидѣть.

Ученикъ. Такъ я буду теперь усердно заниматься; можетъ-быть, и я впослѣдствіи что-нибудь открою.

Учитель. Работай только прилежно и не теряй надежды.—Но вернемся къ нашему предмету. Понялъ ли ты теперь, какой смыслъ имѣютъ слова форма состоянія тѣлъ?

Ученикъ. Да, твердыя тѣла имѣютъ и сохраняютъ свою форму, а жидкости—нѣтъ.

Учитель. Это до извѣстной степени вѣрно. А что ты скажешь о газахъ?

Ученикъ. Они тоже не имѣютъ опредѣленной формы.

Учитель. Въ такомъ случаѣ, въ чемъ же заключается различіе между ними и жидкостями?

Ученикъ. Они значительно легче и менѣе плотны.

Учитель. Это вѣрно, но не самое главное отличіе. Если я налью въ пустой сосудъ немного жидкости, то она стечетъ на дно и заполнитъ сосудъ лишь отчасти, соотвѣтственно своему количеству. Но что произойдетъ, если я введу небольшое количество газа въ пустой сосудъ?

Ученикъ. Я не знаю: вѣдь газъ нельзя видѣть.

Учитель. Онъ заполнитъ весь сосудъ, какъ бы великъ ни былъ послѣдній.

Ученикъ. Это замѣчательно. А какъ въ этомъ убѣдиться?

Учитель. Въ данный сосудъ можно налить лишь опредѣленное количество какой-нибудь жидкости, именно столько, сколько въ него вмѣщается. Если же налить меньше...

Ученикъ. То часть сосуда останется незанятой.

Учитель. Вѣрно. Если же мы попытаемся влить больше, то жидкость не входить въ сосудъ, потому что жидкости не сжимаются (точнѣе — весьма мало сжимаются). Что же касается газа, то его можно ввести въ данный сосудъ въ очень большомъ количествѣ, и все еще оказывается возможнымъ добавить новое количество газа.

Ученикъ. И это происходить безъ особенныхъ усилій?

Учитель. Нѣтъ, каждый разъ приходится увеличивать давленіе. Мы скоро подробнѣе остановимся на этомъ. Для насъ важно сейчасъ выяснить различіе между жидкими и газообразными тѣлами. Жидкости не имѣютъ своей опредѣленной формы, но занимаютъ опредѣленные объемы, которые остаются безъ измѣненія, какую бы форму жидкости ни придавали. Такъ, литръ керосина по объему всегда будетъ равенъ литру, вылить ли его въ кружку, на блюдо, или въ другой какой сосудъ.

Ученикъ. А газы?

Учитель. Газы не имѣютъ ни опредѣленной формы, ни опредѣленной протяженности; они распространяются по всему пространству, которое имъ предоставлено, до тѣхъ поръ, пока не заполнятъ его вполнѣ.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, названіе, форма состоянія, не подходить для газовъ.

Учитель. Не вполнѣ такъ! Жидкости принимаютъ форму сосудовъ, но лишь постольку, поскольку онѣ ихъ заполняютъ, тогда какъ газы вполнѣ принимаютъ форму сосудовъ, такъ какъ они заполняютъ весь сосудъ.

10. Горѣніе.

Учитель. Ты познакомился ближе со всѣми тремя формами состоянія и, конечно, имѣешь теперь вполнѣ ясное понятіе о томъ, что почти всѣ вещества мы познаемъ въ этихъ различныхъ состояніяхъ.

Ученикъ. Почему не всѣ?

Учитель. Потому что для нѣкоторыхъ веществъ точки плавленія и кипѣнія или же точки затвердѣванія лежатъ такъ высоко или такъ низко, что не удалось достигнуть такихъ температуръ.

Ученикъ. Скажи пожалуйста, я давно собираюсь спросить у тебя: эти превращенія изъ одной формы состоянія въ другую есть ли собственно химическія явленія, или же физическія?

Учитель. Ты знаешь, что такое подраздѣленіе является довольно произвольнымъ. Если мы будемъ считать признакомъ химическихъ превращеній то обстоятельство, что при этомъ большинство свойствъ веществъ измѣняется, то намъ слѣдуетъ признать и превращенія изъ одной формы состоянія въ другую явленіями химическими.

Ученикъ. Но плавленіе и кипѣніе изучаютъ въ физикѣ; слѣдовательно, эти явленія относятся къ области физики.

Учитель. Ледъ можно такъ же легко превратить въ воду, какъ послѣднюю обратно въ ледъ. Между тѣмъ, при химическихъ превращеніяхъ изъ двухъ явленій, протекающихъ въ противоположномъ направленіи, легко воспроизводится только одно, тогда какъ вызвать другое въ большинствѣ случаевъ довольно трудно. Въ силу такого различія прежде не хотѣли признавать превращенія формъ состоянія за явленіе химическаго характера.

Ученикъ. Ты сказалъ прежде, а развѣ теперь признаютъ?

Учитель. Теперь стало извѣстно, что и множество чисто химическихъ явленій легко можетъ протекать въ томъ и другомъ направленіи, при чемъ они подчиняются тѣмъ же

законамъ, какъ и явленія превращенія формъ состоянія. Однако, приступимъ теперь къ разсмотрѣнію такихъ явленій, которыя уже съ давнихъ поръ признаются чисто химическими. Наблюдалъ ли ты когда-нибудь горѣніе свѣчи? Да? Въ такомъ случаѣ, опиши мнѣ, что при этомъ происходитъ.

Ученикъ. Если зажечь свѣчу, то она будетъ горѣть до тѣхъ поръ, пока не сгоритъ вся. Все это время она даетъ теплое и свѣтлое пламя.

Учитель. Вѣрно. Что необходимо для горѣнія?

Ученикъ. Ну,—свѣча!

Учитель. Больше ничего не надо?

Ученикъ. Я не знаю,—что еще?

Учитель. Если опустить горящую свѣчу въ воду...

Ученикъ. То она погаснетъ.

Учитель. Почему? Какая произошла перемѣна?

Ученикъ. Ей не достаетъ воздуха.

Учитель. Вѣрно. Значитъ, для горѣнія необходимы свѣча и воздухъ. Я покажу тебѣ, что свѣча продолжаетъ горѣть и въ томъ случаѣ, если ее опустить въ воду вмѣстѣ съ воздухомъ. Въ этомъ большомъ стаканѣ плаваетъ на водѣ дощечка. Я прикрѣпляю къ ней зажженный огарокъ, накрываю ее перевернутымъ стаканомъ и все вмѣстѣ погружаю въ воду. Свѣча продолжаетъ горѣть (рис. 11).

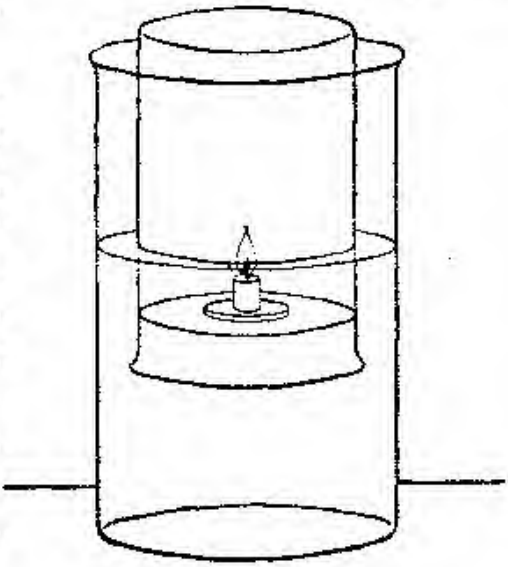

Рис. № 11.

Ученикъ. Это интересно. Пожалуйста, подержи еще въ такомъ же положеніи. Ахъ, пламя начинаетъ гаснуть. Вѣроятно, на фитиль попала вода.

Учитель. Мы повторимъ этотъ опытъ и будемъ держать стаканъ совершенно покойно.

Ученикъ. Но пламя опять начинаетъ гаснуть.

Учитель. Теперь оставимъ воду. Я ставлю огарокъ на ровную стеклянную пластинку и плотно покрываю его стаканомъ.

Ученикъ. И теперь пламя снова погасло.

Учитель. Какое заключеніе ты долженъ вывести изъ этихъ опытовъ?

Ученикъ. Что свѣча въ стаканѣ не можетъ долго горѣть.

Учитель. Это было бы неправильно. Я поставлю теперь мой стаканъ прямо на дно и помѣщу въ него свѣчу. Ты видишь,—она горитъ, и хотя не спокойно, но все-таки пламя не гаснетъ.

Ученикъ. А попробуй накрыть стаканъ! Позволь мнѣ это сдѣлать! Видишь, пламя опять погасло.

Учитель. Что же слѣдуетъ изъ этого опыта?

Ученикъ. Въ закрытомъ стаканѣ свѣча можетъ горѣть лишь короткое время.

Учитель. Только въ стаканѣ?

Ученикъ. Нѣтъ, не думаю.

Учитель. Это не обязательно. Въ гасильникѣ, какъ ты знаешь, свѣча также гаснетъ, хотя онъ сдѣланъ изъ металла. Но отчего же свѣча продолжаетъ горѣть въ фонарѣ?

Ученикъ. Оттого, что въ немъ имѣются отверстія.

Учитель. Какое же значеніе они имѣютъ?

Ученикъ. Черезъ нихъ постоянно притекаетъ свѣжій воздухъ, въ то время какъ испорченный удаляется черезъ верхнее вытяжное отверстіе.

Учитель. Правильно. Теперь постарайся въ немногихъ словахъ выразить все то, о чемъ мы сейчасъ съ тобой говорили.

Ученикъ. Для горѣнія свѣчи необходимъ воздухъ. Въ закрытомъ помѣщеніи свѣча можетъ горѣть лишь короткое время. Если же воздухъ въ такомъ помѣщеніи будетъ обновляться, то свѣча можетъ долго горѣть.

Учитель. Хорошо. Но вѣдь эта комната также представляетъ закрытое помѣщеніе, а не смотря на это, свѣча можетъ горѣть здѣсь до тѣхъ поръ, пока вся не сгоритъ.

Ученикъ. Да, потому что помѣщеніе очень велико.

Учитель. Слѣдовательно, ты того мнѣнія, что свѣча будетъ горѣть въ закрытомъ помѣщеніи тѣмъ продолжительнѣе, чѣмъ больше помѣщеніе?

Ученикъ. Конечно.

Учитель. Да, это дѣйствительно такъ. Но знаешь ли ты, на чемъ это основано.

Ученикъ. Нѣтъ.

Учитель. Такъ разсмотримъ еще нѣсколько подобныхъ же примѣровъ. Короткая свѣча будетъ горѣть короткое время, длинная—долго. Почему?

Ученикъ. Потому что свѣча при горѣніи расходуется. Не расходуется ли при этомъ также воздухъ?

Учитель. Смотри. Я прикрѣпилъ къ проволокѣ огарокъ и зажженый опустилъ въ бутыль (рис. 12). Послѣ того какъ онъ погасъ, я вынимаю его теперь осторожно и снова зажигаю. Если я его опять опущу въ бутыль...

Ученикъ. То онъ тотчасъ же гаснетъ!

Учитель. Изъ этого слѣдуетъ, что воздухъ въ бутыли израсходованъ.

Ученикъ. Какъ? Тамъ есть еще...

Учитель. Это не воздухъ. Воздухъ обладаетъ свойствомъ поддерживать горѣніе, а то, что находится въ бутыли, уже не имѣетъ этого свойства.

Ученикъ. Но оно имѣетъ такой же видъ, какъ воздухъ.

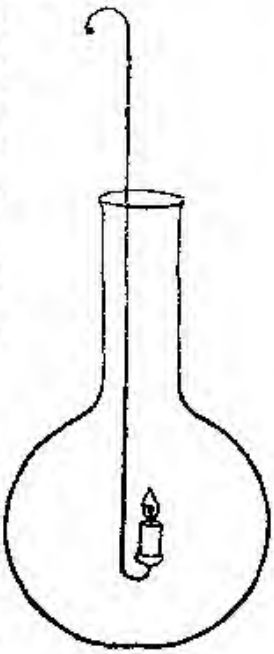

Рис. № 12.

Учитель. Да, то, что тамъ находится, есть такой же безцвѣтный газъ, какъ и воздухъ, но не то же самое, что мы называемъ воздухомъ. Воздухъ претерпѣлъ химическое превращеніе и пріобрѣлъ иныя свойства.

Ученикъ. Другія свойства? Да, свѣча уже не можетъ больше въ немъ горѣть. Но кромѣ этого, я не вижу никакихъ другихъ свойствъ.

Учитель. Это происходитъ оттого, что почти всѣ газы по виду очень похожи другъ на друга. Различія ихъ свойствъ обнаруживаются лишь при болѣе тщательномъ изслѣдованіи. Въ этой большой бутылкѣ я взболталъ съ водой обыкновенную известь и далъ ей осѣсть. Бо́льшая часть извести осѣла на дно, а незначительная часть растворилась въ водѣ. Вода, повидимому, также сохранила свои свойства,

—она имѣетъ прежній видъ. Но все-таки она измѣнилась. Попробуй на вкусъ!

Ученикъ. Фу, точно мыло! Конечно, она не ядовита?

Учитель. Нѣтъ. Я налью немного известковой воды въ бутылку, въ которой находится обыкновенный воздухъ, и взболтаю ее. Что видишь?

Ученикъ. Ничего особеннаго.

Учитель. Известковая вода не измѣнилась. Теперь я продѣлаю то же самое съ бутылкой, въ которой горѣла свѣча.

Ученикъ. Вода стала мутно-молочной.

Учитель. Ты видишь, слѣдовательно, что газообразное содержимое бутылки, въ которой горѣла свѣча, имѣетъ особенное свойство, какого нѣтъ у обыкновеннаго воздуха. Значитъ, воздухъ дѣйствительно претерпѣлъ химическое превращеніе.

Ученикъ. Значитъ, благодаря известковой водѣ можно видѣть то, чего не видишь при обыкновенныхъ условіяхъ!

Учитель. Совершенно вѣрно. Если бы мы могли непосредственно видѣть то новое вещество, которое произошло изъ воздуха, то намъ не было бы никакой надобности воспользоваться известковой водой. Такія вещества, благодаря которымъ можно узнавать и открывать другія вещества, называются реактивами, а тѣ явленія, которыя они вызываютъ,—реакціями. Известковая вода есть реактивъ, а молочнаго цвѣта помутнѣніе—реакція.

Ученикъ. Reactio означаетъ противодѣйствіе.

Учитель. Дѣйствительно,—измѣненный воздухъ и известковая вода, оказывая другъ на друга взаимодѣйствіе, образуютъ бѣлое вещество, вызывающее упомянутую муть.—Но заглянемъ еще поглубже въ это дѣло. Что происходитъ при горѣніи со свѣчой?

Ученикъ. Она исчезаетъ.

Учитель. Ты полагаешь, что она совершенно уничтожается?

Ученикъ. Да,—вѣдь отъ нея ничего не остается.

Учитель. Но когда исчезаетъ твоя книга или твое яблоко, то вѣдь ты спрашиваешь, гдѣ онѣ находятся; то же самое и относительно всѣхъ другихъ вещей.

Ученикъ. Такъ онѣ же не могутъ исчезнуть!

Учитель. А свѣча?

Ученикъ. Гмъ,—но куда она можетъ исчезнуть? Между тѣмъ она дѣйствительно пропадаетъ на моихъ глазахъ.

Учитель. Да, она становится невидимой. Не могла ли она превратиться во что-нибудь невидимое?

Ученикъ. Ничего невидимаго не существуетъ.

Учитель. Ого!

Ученикъ. Да, нѣтъ ни духовъ, ни привидѣній.

Учитель. Однако, говорятъ, и они иногда показываются!—А развѣ ты можешь видѣть воздухъ?

Ученикъ. Нѣтъ... Но при горѣніи какъ разъ воздухъ то и измѣняется. Я ничего здѣсь не понимаю.

Учитель. Это же такъ просто. Свѣча и воздухъ—оба при горѣніи претерпѣваютъ превращенія, при чемъ образуются газообразныя вещества, которыя невидимы для насъ благодаря своимъ свойствамъ.

Ученикъ. Газообразныя вещества, но въ то же время отличныя отъ воздуха?..

Учитель. Такъ вотъ въ чемъ состоитъ твое затрудненіе! Ты знаешь, конечно, что многія жидкости, не будучи водой, выглядятъ какъ вода. Точно такъ же есть много газовъ, которые по виду похожи на воздухъ, хотя по своимъ свойствамъ представляютъ нѣчто совсѣмъ другое. Въ свое время, на первыхъ ступеняхъ развитія химіи, это обстоятельство представляло не мало затрудненій, пока не научились, наконенъ, отличать различные газы по такимъ признакамъ, какъ помутнѣніе известковой воды и по многимъ другимъ. Но сдѣлаемъ еще нѣсколько опытовъ. Я зажегъ свѣчу и буду теперь держать надъ ней большой пустой стаканъ (рис. 13). Что ты видишь?

Ученикъ. Стаканъ запотѣлъ, какъ если бы кто-нибудь подышалъ на него.

Учитель. Что же это за матовый налетъ появляется на стеклахъ, если на нихъ дыхнуть?

Ученикъ. Я знаю: это капельки воды, всегда появляющіяся на холодныхъ стеклахъ, когда ихъ коснется теплое дыханіе.

Учитель. Правильно. И въ данномъ случаѣ на стаканѣ осѣли капельки воды.

Ученикъ. Какъ онѣ туда попали?

Учитель. При горѣніи свѣча отчасти превращается въ воду.

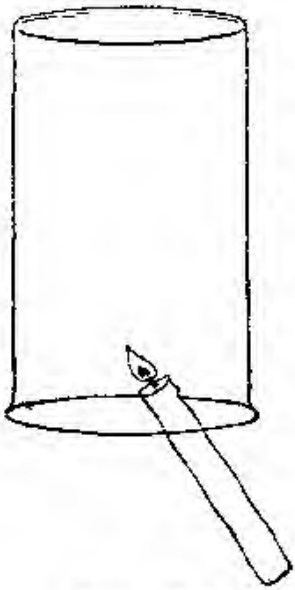

Рис. № 13.

Ученикъ. Это замѣчательно. Этого я никакъ не ожидалъ. Но вода не дѣлаетъ же мутной известковую воду?

Учитель. Нѣтъ, такимъ свойствомъ вода не обладаетъ. Когда горитъ свѣча, то образуются два новыхъ вещества. Одно вещество есть вода, а другое—то, которое дѣлаетъ известковую воду мутной.

Ученикъ. Какъ оно называется?

Учитель. Двуокись углерода.

Ученикъ. Странное названіе. Что оно означаетъ?

Учитель. Это можно будетъ объяснить тебѣ лишь позднѣе.

Ученикъ. Все это представляется теперь еще болѣе запутаннымъ!

Учитель. Ты правъ; поэтому изслѣдуемъ сначала болѣе простой случай. Если ты поймешь его, то и этотъ станетъ ясенъ для тебя. Попробуемъ сжечь немного желѣза.

Ученикъ. Развѣ это можно?

Учитель. Даже очень легко. Смотри, я сыплю желѣзныя опилки въ пламя.

Ученикъ. Какія красивыя звѣздочки!

Учитель. Это горятъ опилки.

Ученикъ. Но почему не горитъ желѣзная проволока, когда ее держатъ въ огнѣ?

Учитель. Она не нагрѣвается достаточно сильно, такъ какъ теплота легко отводится, какъ бы утекаетъ по проволокѣ. Напротивъ, крошечныя желѣзныя опилки быстро нагрѣваются и не теряютъ теплоты черезъ проводимость.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ и большой кусокъ желѣза долженъ сгорѣть, если его нагрѣть достаточно сильно.

Учитель. При такомъ условіи онъ тоже сгоритъ. Послѣ мы сожжемъ съ тобой кусокъ проволоки. У кузнеца въ горнѣ желѣзо тоже сгораетъ, когда онъ его сильно раскалитъ. При ударѣ молотка сгорѣвшее желѣзо—его называютъ окалиной—отскакиваетъ.

Ученикъ. Но вѣдь при этомъ совсѣмъ не видно пламени.

Учитель. Дѣло въ томъ, что иногда горѣніе происходитъ безъ появленія пламени. И звѣздочки, которыя ты видѣлъ при горѣніи опилокъ, не были пламенемъ. Мы сдѣлаемъ сейчасъ еще одну такую же пробу. Этотъ черный порошокъ тоже желѣзо, только оно измельчено еще сильнѣе, чѣмъ опилки. Я поставилъ на чашку вѣсовъ маленькій треножникъ изъ проволоки, положилъ на него плотную проволочную сѣтку и насыпалъ на нее нѣсколько граммовъ этого порошка (рис. 14). Теперь уравновѣшиваю все это и подношу пламя къ краю кучки. Видишь, она уже загорѣлась.

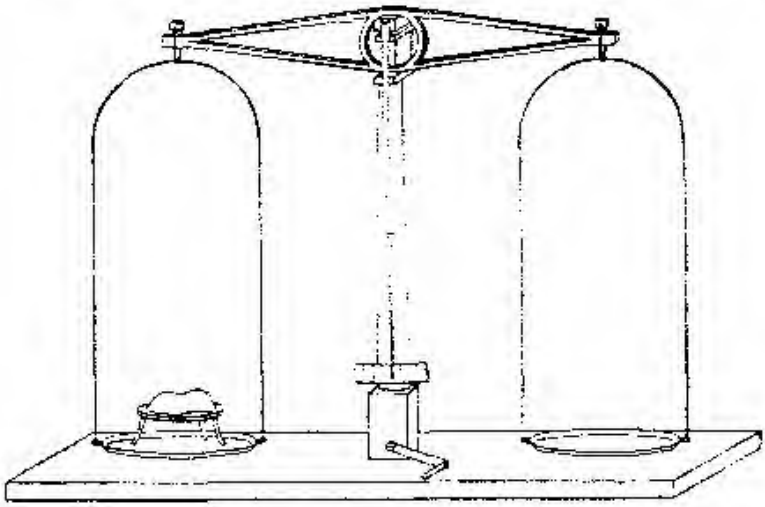

Рис. № 14.

Ученикъ. Но она тлѣетъ лишь.

Учитель. Такъ именно и горитъ желѣзо. И древесный уголь, когда горитъ, тоже тлѣетъ.

Ученикъ. Да, правда. Но для чего положилъ ты все это на вѣсы?

Учитель. Ты сейчасъ увидишь. Какъ ты полагаешь, желѣзо при горѣніи становится легче или тяжелѣе?

Ученикъ. Я думаю,—легче. Чашка вѣсовъ съ желѣзомъ должна подняться.

Учитель. Слѣди теперь...

Ученикъ. Она опускается, она становится все тяжелѣе! Вотъ странно! Одинъ разъ вещества, сгорая, становятся легче, другой разъ—тяжелѣе.

Учитель. Все то, что образуется при горѣніи свѣчи, улетаетъ; а при горѣніи желѣза вновь образовавшееся вещество остается. Вообще, когда продукты горѣнія остаются, вѣсъ всегда долженъ увеличиваться.

Ученикъ. И при горѣніи свѣчи? Мнѣ хотѣлось бы посмотрѣть...

Учитель. Для этого надо удержать все, что образуется при горѣніи свѣчи: воду и двуокись углерода.

Ученикъ. Навѣрно, это трудно сдѣлать.

Учитель. Не очень. Есть одно вещество, ѣдкій натръ, которое обладаетъ способностью удерживать даже самые ничтожные слѣды воды и двуокиси углерода, приходящіе съ нимъ въ соприкосновеніе. Я разложу сейчасъ кусочки этого вещества очень свободно въ верхней части ламповаго цилиндра, который поставлю надъ горящей свѣчкой, и весь этотъ приборъ (рис. 15) уравновѣшу на вѣсахъ. Намъ не придется долго ждать.

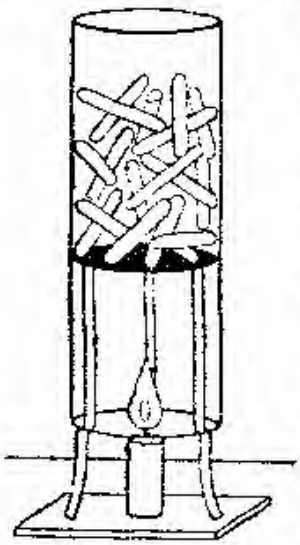

Рис. № 15.

Ученикъ. Правда, чашка вѣсовъ со свѣчой начинаетъ уже опускаться.

Учитель. И помѣрѣ сгоранія свѣчи вѣсъ продолжаетъ увеличиваться.

Ученикъ. Со всѣми веществами такъ бываетъ, что вѣсъ увеличивается тѣмъ больше, чѣмъ больше вещества сгораетъ?

Учитель. Да. Ты можешь послѣ, вмѣсто свѣчи, жечь подъ цилиндромъ, наполненнымъ ѣдкимъ натромъ, масло, керосинъ, сѣру и вообще, что хочешь, и всегда будешь наблюдать прибавку въ вѣсѣ.

11. Кислородъ.

Учитель. Что ты выучилъ въ послѣдній разъ?

Ученикъ. Что всѣ тѣла при горѣніи становятся тяжелѣе.

Учитель. Это далеко неточно. Припомни горѣніе свѣчи.

Ученикъ. Всѣ тѣла становятся при горѣніи тяжелѣе, если къ нимъ прибавить то, что при этомъ образуется.

Учитель. Подумай еще хорошенько: что получится, когда вся свѣча сгоритъ?

Ученикъ. Ахъ, да! То, что получается при горѣніи веществъ, тяжелѣе самихъ веществъ.

Учитель. Такъ будетъ вѣрно.

Ученикъ. А можно сжечь желѣзо такъ, чтобы отъ него ничего не осталось?

Учитель. Такъ, чтобы не осталось желѣза, можно. Посмотри, что получилось изъ желѣзнаго порошка, который мы вчера сожгли.

Ученикъ. Эта темная масса имѣетъ почти такой же видъ, какъ желѣзный порошокъ. Она спеклась только.

Учитель. Возьми небольшую часть этой массы и разотри ее въ ступкѣ.

Ученикъ. Получается черный порошокъ.

Учитель. Теперь вытри ступку и разотри немного желѣзнаго порошка.

Ученикъ. Онъ становится блестящимъ какъ желѣзо.

Учитель. Ты видишь теперь разницу. Сгорѣвшее желѣзо ужъ не есть болѣе желѣзо, но вещество съ иными свойствами, тогда какъ желѣзо исчезло такъ же, какъ исчезла сгорѣвшая свѣча.

Ученикъ. А что же сталось съ воздухомъ, который способствовалъ горѣнію?

Учитель. Съ нимъ произошло то же, что и съ желѣзомъ. Какъ твердое желѣзо превратилось въ твердую окалину, такъ и исчезнувшая при горѣніи свѣчи часть воздуха превратилась въ газъ съ иными свойствами.

Ученикъ. А при горѣніи желѣза тоже образовался другой газъ?

Учитель. Нѣтъ.

Ученикъ. Значитъ, при горѣніи желѣза воздухъ исчезаетъ.

Учитель. Мы еще разъ продѣлаемъ этотъ опытъ. Я поставилъ мой треножникъ съ порошкомъ желѣза на плавающую дощечку, зажегъ порошокъ и накрылъ все это большимъ стаканомъ, на который положилъ тяжесть, чтобы онъ касался своими краями дна сосуда съ водой (рис. 16). Такъ какъ этотъ опытъ протекаетъ довольно медленно, то мы должны подождать, пока не потухнетъ и не остынетъ тлѣющее желѣзо.—Что же ты теперь видишь?

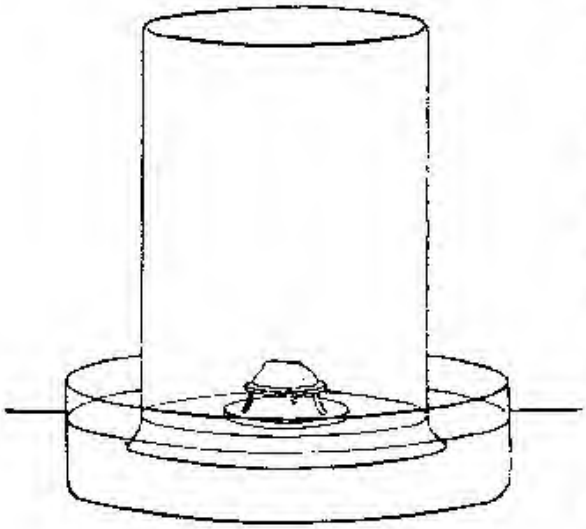

Рис. № 16.

Ученикъ. Повидимому, воздухъ дѣйствительно исчезъ, но не весь, а часть—менѣе четверти.

Учитель. Если точнѣе измѣрить, то окажется около одной пятой.

Ученикъ. Можетъ-быть, ты взялъ слишкомъ мало желѣза?

Учитель. Нѣтъ, если бы я взялъ его еще больше, то и тогда воздуха израсходовалось бы не больше одной пятой.

Ученикъ. Но почему же при горѣніи не весь воздухъ уничтожается? Вѣдь свѣча и желѣзо при этомъ полностью превращаются въ оругія вещества!

Учитель. А дерево можно сжечь безъ остатка?

Ученикъ. Нѣтъ, всегда остается зола.

Учитель. То же и съ воздухомъ. Дерево представляетъ смѣсь изъ горючихъ и негорючихъ веществъ; когда первыя сгорятъ, то останутся только вторыя. Воздухъ—тоже смѣсь; онъ состоитъ изъ двухъ газовъ; одинъ изъ нихъ принимаетъ участіе при горѣніи,—его называютъ кислородомъ, другой остается при этомъ безъ измѣненія,—его называютъ азотомъ. Кислородъ составляетъ по объему около одной пятой части воздуха.

Ученикъ. Слѣдовательно, если бы мы имѣли чистый кислородъ, то при горѣніи онъ могъ бы полностью исчезнуть?

Учитель. Конечно. Давай приготовимъ съ тобой сейчасъ чистый кислородъ.

Ученикъ. Развѣ это возможно?

Учитель. Въ первый разъ кислородъ удалось получить немного болѣе ста лѣтъ тому назадъ. Эта бѣлая соль называется хлорноватокислымъ кали, или по-латыни kalium chloricum. Если ее нагрѣть, то получается большое количество кислорода.

Ученикъ. А что это за коричневый порошокъ, который ты къ ней прибавляешь?

Учитель. Это прокаленная ржавчина. Я прибавилъ небольшое количество ея для того, чтобы выдѣленіе кислорода шло легче и равномѣрнѣе. Эту смѣсь я высыплю въ небольшую круглую бутылку—колбу. Надо еще приготовить газоотводную трубку. Для этого подбираю такую пробку, которая плотно входитъ въ горлышко колбы, и затѣмъ отрѣжу еще кусокъ стеклянной трубки.

Ученикъ. Развѣ можно рѣзать стекло?

Учитель. Собственно, его не рѣжутъ, а ломаютъ. Но для того, чтобы изломъ пришелся въ соотвѣтсвующемъ мѣстѣ и края его были ровны, необходимо въ этомъ мѣстѣ трубку надпилить подпилкомъ. Если я стану ломать трубку, держа ее такъ, чтобы царапина отъ подпилка была наружу (рис. 17), то стекло трескается въ желаемомъ мѣстѣ совершенно ровно.

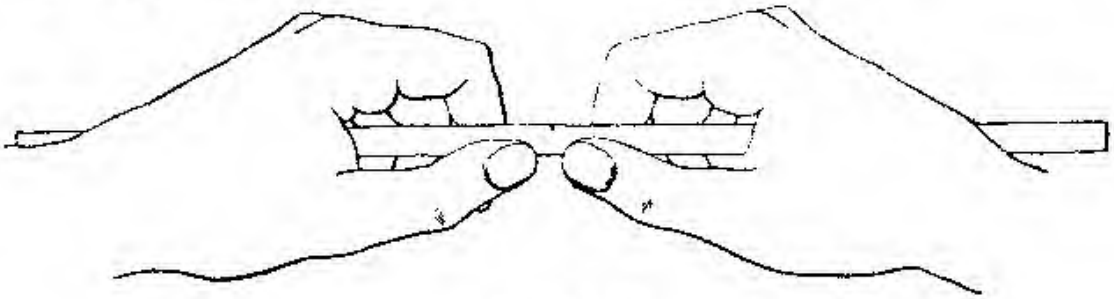

Рис. № 17.

Ученикъ. Это ловко! Позволь мнѣ тоже отрѣзать кусокъ трубки.

Учитель. Ты можешь послѣ напрактиковаться въ этомъ; я оставлю тебѣ эту трубку.—А теперь начну выгибать трубку.

Ученикъ. Какъ же, вѣдь она сломается.

Учитель. Если стекло нагрѣть, то оно становится такимъ мягкимъ, что его можно легко гнуть. Я вношу то мѣсто трубки, гдѣ долженъ быть изгибъ, въ пламя и начинаю ее тотчасъ же вращать въ одномъ направленіи, чтобы она нагрѣвалась равномѣрно. Въ противномъ случаѣ она можетъ треснуть. Спустя нѣкоторое время, стекло становится настолько мягкимъ, что начинаетъ сгибаться отъ собственной тяжести. Мнѣ остается теперь придать изгибу соотвѣтствующую форму и подождать, пока стекло остынетъ и затвердѣетъ; тогда оно уже не измѣнитъ своей формы.

Ученикъ. Повидимому, все это легко сдѣлать.

Учитель. Не трудно, но все-же нуженъ навыкъ. Надо только помнить, что нагрѣваніе необходимо производить не въ одномъ мѣстѣ трубки, а слѣдуетъ захватить пламенемъ болѣе или менѣе широкую полосу и производить сгибаніе безъ особыхъ усилій. Иначе получается неровный изгибъ. Такъ, теперь слѣдуетъ немного загнуть противоположный конецъ трубки и оплавить оба конца, чтобы края немного закруглились и не могли рѣзать и царапать. Никогда не слѣдуетъ оставлять края не оплавленными.

Ученикъ. Что же при этомъ происходитъ?

Учитель. Размягченное стекло подобно жидкости. А ты знаешь, что жидкость всегда стремится принять закругленную форму въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ могли бы образоваться углы или заостренія.

Ученикъ. Но отъ чего зависитъ это свойство?

Учитель. Оно объясняется поверхностнымъ натяженіемъ, въ силу котораго поверхность жидкости стремится принять возможно малые размѣры. А такъ какъ поверхность шара является наименьшей изъ всѣхъ возможныхъ при данномъ объемѣ, то жидкости стараются принять форму, близкую къ шарообразной.

Ученикъ. Но вѣдь жидкости имѣютъ форму тѣхъ сосудовъ, въ которыхъ помѣщаются!

Учитель. Вѣрно. Это зависитъ отъ тяжести, подъ вліяніемъ которой онѣ устремляются въ самое низкое мѣсто. Обѣ причины дѣйствуютъ на жидкости одновременно, но дѣйствіе силы тяжести въ большинствѣ случаевъ значительнѣе, поэтому принимаемая жидкостью форма обусловливается прежде всего тяжестью.—Теперь просверлимъ въ пробкѣ отверстіе. Для этого протыкаю пробку шиломъ и выравниваю и расширяю полученное отверстіе круглымъ, съ крупной насѣчкой, подпилкомъ настолько, чтобы можно было просунуть съ нѣкоторымъ усиліемъ стеклянную трубочку. Теперь приборъ собранъ, и я прикрѣпляю его къ штативу такъ, чтобы подъ колбу можно было подложить проволочную сѣтку и подставить подъ нее спиртовую лампочку (рис. 18).

Ученикъ. Зачѣмъ ты погрузилъ конецъ трубки въ сосудъ съ водой?

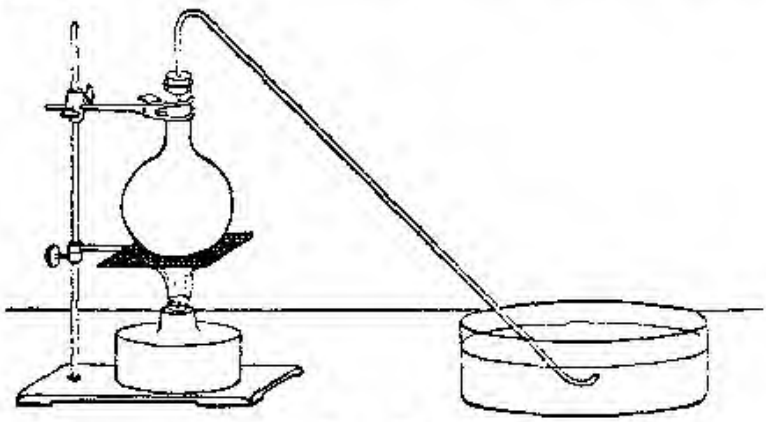

Рис. № 18.

Учитель. Чтобы собрать газъ. Если бы я подставилъ конецъ трубки подъ горлышко пустой, т.-е. наполненной воздухомъ, бутылки и сталъ бы проводить въ нее газъ, то онъ смѣшался бы съ воздухомъ, и я не могъ бы увидѣть, когда наполнится бутылка. Поэтому я наполняю бутылку водой и заставляю притекающій по трубкѣ газъ вытѣснять эту воду. Такъ какъ газъ не смѣшивается съ водой, то я получаю его въ чистомъ видѣ.

Ученикъ. Пузырьки газа уже выдѣляются. Подставляй скорѣй бутылку!

Учитель. Это еще вытѣсняется пока воздухъ, находившійся въ приборѣ.

Ученикъ. Какъ же ты узнаешь, что началъ выдѣляться газъ?

Учитель. Я выну трубку изъ воды и буду держать около ея конца тлѣющую лучинку. Что ты видишь?

Ученикъ. Она продолжаетъ тлѣть.

Учитель. Значитъ, продолжаетъ выдѣляться воздухъ.— А теперь?

Ученикъ. Лучинка сама собою загорѣлась.

Учитель. Не сама собою, а отъ кислорода, который началъ выдѣляться. Теперь опушу конецъ трубки въ воду и буду держать надъ нимъ колбу. Но чтобы послѣднюю не держать все время рукой, я поставлю ее на свинцовую подставку, подъ которой оканчивается газоотводная трубка, такимъ образомъ, что пузырьки газа могутъ попадать прямо въ колбу и вытѣснять оттуда воду (рис. 19). Пока налью въ нѣсколько бутылей воды, чтобы потомъ можно было ихъ наполнить кислородомъ.

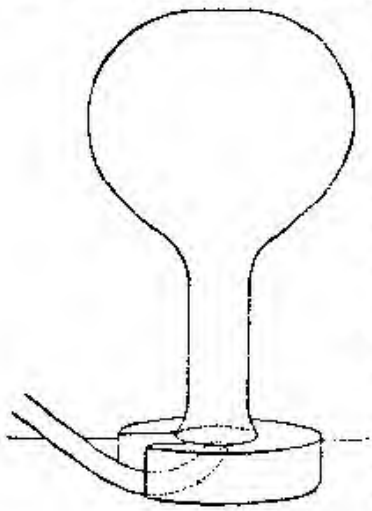

Рис. № 19.

Ученикъ. Пожалуйста, покажи еще разъ опытъ съ тлѣющей лучинкой!

Учитель. Этотъ опытъ служитъ реакціей на кислородъ. Тлѣющая лучинка всегда тотчасъ же загорается, когда ее приведутъ въ соприкосновеніе съ кислородомъ. Съ кислородомъ, который находится въ этой бутылкѣ, можно продѣлать этотъ опытъ много разъ. Но когда весь кислородъ окажется израсходованнымъ, то опытъ уже больше не удается.

Ученикъ. Отъ чего это зависитъ?

Учитель. Сначала покажу тебѣ еще нѣсколько подобныхъ же опытовъ. Я прикрѣпляю кусочекъ древеснаго угля къ проволокѣ, раскаливаю его въ одномъ мѣстѣ и опускаю въ кислородъ; онъ быстро раскаливается все сильнѣе и горитъ много ярче, чѣмъ въ воздухѣ. Кусокъ сѣры, опущенный въ кислородъ на желѣзной ложечкѣ, горитъ синимъ свѣтящимся пламенемъ, тогда какъ въ воздухѣ получается небольшое и слабое пламя. Если опустить въ кислородъ въ такой же

ложечкѣ кусочекъ фосфора, который въ воздухѣ сгораетъ желтоватымъ пламенемъ, то онъ даетъ яркій свѣтъ, подобный солнечному. Тонкая желѣзная проволока, если ее свободно свернуть и привязать къ ней тлѣющій трутъ, тоже загорается въ кислородѣ, разбрасывая во всѣ стороны яркія искры, въ то время какъ образующаяся, добѣла раскаленная, окалина падаетъ въ воду, покрывающую дно бутыли (рис. 20).

Ученикъ. Да, это красивый фейерверкъ!

Учитель. Запомни только хорошенько, что весь этотъ фейерверкъ означаетъ. Что ты вообще можешь сказать теперь о видѣнномъ?

Ученикъ. Всѣ вещества горятъ въ кислородѣ энергичнѣе, чѣмъ въ воздухѣ.

Учитель. Вѣрно. Въ воздухѣ они горятъ тоже благодаря кислороду. Почему же такая разница?

Ученикъ. Въ чистомъ кислородѣ они даютъ больше жара.

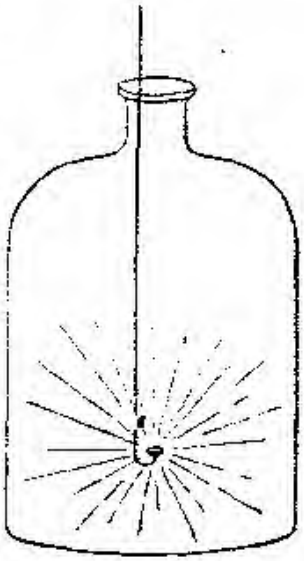

Рис. № 20.

Учитель. Смотря по тому, какъ ты понимаешь слово жаръ, твой отвѣтъ можетъ быть ошибоченъ или же вѣренъ. Еслы ты хотѣлъ сказать, что количество теплоты, которое развиваетъ 1 граммъ угля или желѣза, будетъ больше въ кислородѣ, чѣмъ въ воздухѣ, то это невѣрно: количество теплоты въ томъ и другомъ случаѣ одинаково. Если же ты хотѣлъ сказать, что при горѣніи въ кислородѣ температура выше, то это будетъ вѣрно.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, я буду разумѣть повышеніе температуры.

Учитель. Конечно!.. Дѣло въ томъ, что количество теплоты, развивающейся при горѣніи въ чистомъ кислородѣ, расходуется только на нагрѣваніе образовавшагося продукта горѣнія, тогда какъ въ воздухѣ то же самое количество теплоты расходуется не только на нагрѣваніе про-

дукта горѣнія, но также на нагрѣваніе второй составной части воздуха—азота.

Ученикъ. Развѣ болѣе высокая температура обусловливаетъ и болѣе яркій свѣтъ?

Учитель. Несомнѣнно. По силѣ свѣта можно даже опредѣлять температуру. Кромѣ того, болѣе высокая температура способствуетъ болѣе быстрому сгоранію.

Ученикъ. Отъ чего это зависитъ?

Учитель. Таковъ всеобщій эмпирическій*) законъ, гласящій, что химическія реакціи протекаютъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ выше температура.—Однако, займемся еще нашимъ кислородомъ. Всѣ тѣ явленія, которыя ты видѣлъ, — химическія превращенія, такъ какъ при этомъ исчезли горючія вещества и кислородъ, а на ихъ мѣстѣ появились новыя вещества.

Ученикъ. А теплота и свѣтъ, которые наблюдались при горѣніи, тоже новыя вещества?

Учитель. Нѣтъ, ихъ не называютъ веществами, потому что они не имѣютъ ни вѣса, ни массы.

Ученикъ. Но вѣдь они дѣйствительно существуютъ!

Учитель. Конечно, разъ они производятъ дѣйствіе, слѣдовательно они существуютъ въ дѣйствительности. Подобно веществамъ, они также превращаются другъ въ друга, и когда возникаютъ новыя количества теплоты или свѣта, то это происходитъ не иначе, какъ путемъ превращенія. Только они не имѣютъ вѣса, какъ вещества.

Ученикъ. Вѣроятно, это силы?

Учитель. Прежде ихъ называли силами; но потомъ выяснилось, что это можетъ привести ко многимъ недоразумѣніямъ, такъ какъ названіе сила давно уже примѣняютъ въ иныхъ, опредѣленныхъ случаяхъ. Теперь ихъ называютъ энергіями. Теплота — одинъ видъ энергіи, а свѣтъ—другой видъ. Ты понимаешь это слово—энергія?

Ученикъ. Да. Энергичнымъ называютъ такого человѣка, который не только способенъ многое сдѣлать, но разъ начатое всегда доводитъ до конца.

---

*) Основанный на опытѣ. *Пр. пер.*

Учитель. Довольно близко къ этому и научное понятіе. Энергія есть то, что обусловливаетъ превращеніе веществъ.

Ученикъ. Значитъ, превращеніе веществъ при химическомъ взаимодѣйствіи тоже будетъ энергія?

Учитель. Во всякомъ случаѣ; только мы выражаемся обыкновенно иначе. Мы говоримъ: вещества обладаютъ химической энергіей, если они способны дѣйствовать другъ на друга и образовать новыя вещества. Одновременно съ превращеніемъ веществъ наступаетъ превращеніе той части ихъ химической энергіи, которая принимаетъ затѣмъ форму тепловой или свѣтовой энергіи, а иногда и электрической или механической.

Ученикъ. Все это представляется мнѣ страннымъ и таинственнымъ.

Учитель. Превращеніе энергіи не таинственнѣе превращенія веществъ, а скорѣе еще проще. Чтобы ты лучше освоился съ понятіемъ энергія, я добавлю еще, что обыкновенная работа, которую производитъ человѣкъ или лошадь, или паровая машина,—тоже энергія.

Ученикъ. Слѣдовательно, я могу собственными руками получить теплоту, свѣтъ и электричество!

Учитель. Да, ты можешь это. Когда ты потираешь свои руки, они становятся теплыми. Когда ты съ усиліемъ сверлишь тупымъ буравчикомъ, то онъ вскорѣ такъ нагрѣвается, что ты можешь о него обжечь свои пальцы. Ты знаешь также, что посредствомъ тренія можно получить огонь.

Ученикъ. Да, это вѣрно. Значитъ, я могу получить столько теплоты, сколько хочу.

Учитель. Не сколько хочешь, а сколько можешь. Если ты нѣкоторое время сверлилъ буравчикомъ, то затѣмъ ты уже не въ состояніи больше, твои силы истощаются, другими словами, ты использовалъ весь запасъ энергіи, которымъ обладалъ.

Ученикъ. Откуда же я получилъ эту энергію?

Учитель. Изъ пищи. Ты заимствуешь химическую энергію изъ пищевыхъ продуктовъ; а въ твоемъ тѣлѣ имѣются

аппараты—мускулы, которые превращаютъ химическую энергію въ работу.

Ученикъ. Какъ они это дѣлаютъ?

Учитель. Если бъ мы это знали!.. Ученые еще не открыли, какъ это въ частности происходитъ. А что химическая энергія расходуется при работѣ, ты это видишь изъ того, что лошадь, которая много работаетъ, необходимо кормить обильно, чтобы она была въ состояніи совершить свою работу.

Ученикъ. Но у меня бываетъ тоже хорошій аппетитъ, когда я совсѣмъ не работаю.

Учитель. Тогда ты расточаешь химическую энергію твоей пищи. Во всякомъ случаѣ, тебѣ необходимо постоянно запасаться нѣкоторымъ количествомъ энергіи, чтобы поддерживать температуру тѣла на 37° С; такъ какъ температура твоего тѣла значительно выше температуры окружающей среды, то оно безпрерывно теряетъ теплоту, которая опять пополняется благодаря пищѣ. Это будетъ второй способъ, которымъ ты вырабатываешь теплоту, но только—непроизвольно.

Ученикъ. А могу я также и свѣтъ вырабатывать?

Учитель. Да, если ты будешь въ темнотѣ тереть другъ о друга два куска сахара, то они начнутъ свѣтиться.

Ученикъ. Днемъ они не могутъ свѣтиться?

Учитель. Нѣтъ, они будутъ испускать свѣтъ, но послѣдній такъ слабъ, что его на ряду съ дневнымъ свѣтомъ не будетъ видно. При этомъ опытѣ работа твоихъ мускуловъ опять превращается въ свѣтъ.

Ученикъ. А могу я выдѣлять свѣтъ непосредственно?

Учитель. Ты не можешь. Но это оказывается возможнымъ для Ивановыхъ червячковъ и тѣхъ крохотныхъ животныхъ, которыя вызываютъ свѣченіе моря. Они превращаютъ химическую энергію своей пищи непосредственно въ свѣтъ.

Ученикъ. А электрическую энергію могу я получить?

Учитель. Да, тебѣ стоитъ лишь потереть сукномъ палочку сургуча.

Ученикъ. Ахъ да, я знаю. Но я опять дѣлаю это благодаря работѣ своихъ рукъ, а не непосредственно.

Учитель. Въ твоемъ тѣлѣ пробѣгаютъ электрическое токи при всякой дѣятельности, даже при каждой мысли. Но они остаются внутри, и ихъ не легко вывести наружу!

Ученикъ Я и не предполагалъ, какъ много я могу!..

Учитель. Пожалуйста, не воображай ничего особеннаго: все это доступно каждому животному.

Ученикъ. Но все-таки это замѣчательно. А откуда берется энергія пищевыхъ продуктовъ?

Учитель. Она заимствуется отъ солнца.

Ученикъ. Я не понимаю этого.

Учитель. Какъ возникаетъ пища?—Она бываетъ или растительнаго, или животнаго происхожденія. Растенія могутъ расти только тамъ, куда проникаетъ солнечный свѣтъ, такъ какъ для созиданія своего тѣла они нуждаются въ свѣтовой энергіи; они усваиваютъ ее въ этой формѣ. Такимъ образомъ, съ растительной пищей мы воспринимаемъ солнечную энергію. А животныя, мясо которыхъ мы ѣдимъ, питаются растеніями, т.-е. тоже на счетъ солнечной энергіи.

Ученикъ. Теперь ужъ я буду совсѣмъ иными глазами смотрѣть на солнце.

Учитель. Но если ты при этомъ всегда будешь помнить то, о чемъ мы сейчасъ бесѣдовали, то ты составишь себѣ нѣсколько иное представленіе о мірѣ, нежели имѣлъ до сихъ поръ.

---

12. Соединенія и составныя части.

Учитель. Въ послѣдній разъ ты узналъ много новаго. Повтори самое главное!

Ученикъ. Прежде всего я узналъ, какъ приготовляютъ и собираютъ кислородъ; далѣе,—что вещества сгораютъ въ немъ значительно живѣе, нежели въ обыкновенномъ воз-

духѣ, и что это зависитъ отъ состава воздуха, въ которомъ только одна пятая приходится на долю кислорода. Затѣмъ, ты говорилъ еще объ энергіи. Но съ этимъ понятіемъ связано для меня такъ много новаго и необычайнаго, что я не въ состояніи выразить все это въ немногихъ словахъ.

Учитель. Попробуемъ это сдѣлать вмѣстѣ. Въ чемъ заключается сходство энергіи съ веществами, и чѣмъ она отличается отъ нихъ?

Ученикъ. Сходство?.. Да, она можетъ превращаться въ различные виды, и когда образуется одинъ видъ, тогда исчезаетъ другой.

Учитель. Вѣрно. А въ чемъ состоитъ отличіе?

Ученикъ. Она не имѣетъ вѣса и доставляется на землю солнцемъ. А вещества тоже доставляются солнцемъ?

Учитель. Нѣтъ, по крайней мѣрѣ не въ такомъ количествѣ, которое можно было бы доказать.—Если ты запомнишь хорошо эти положенія, то и съ остальными ты также постепенно освоишься по мѣрѣ того, какъ они будутъ вновь встрѣчаться во время нашихъ бесѣдъ. Теперь снова займемся кислородомъ. Кстати, осталась еще одна бутылка, которую мы вчера наполнили. Какія свойства кислорода прежде всего бросаются въ глаза?

Ученикъ. Кислородъ имѣетъ такой же видъ, какъ воздухъ: онъ безцвѣтенъ.

Учитель. Какъ онъ пахнетъ?

Ученикъ. Я не слышу ничего; онъ не имѣетъ запаха.

Учитель. Ты могъ бы это сказать, не открывая бутылки. Подумай, вѣдь воздухъ на одну пятую состоитъ изъ кислорода!

Ученикъ. Конечно, разъ воздухъ не имѣетъ никакого запаха, то и кислородъ долженъ обладать такимъ же свойствомъ.

Учитель. Таковы легко доступныя намъ свойства кислорода. Кромѣ того, онъ обладаетъ еще другими свойствами, которыя можно обнаружить лишь путемъ измѣренія или испытанія. Явленія горѣнія, которыя я тебѣ показывалъ, тоже принадлежатъ къ числу такихъ свойствъ. Ихъ называютъ химическими свойствами, такъ какъ они обу-

словливаются химическими превращеніями. И реакція на кислородъ—воспламенѣніе тлѣющей лучинки—есть тоже хи ическое свойство. Теперь познакомимся съ другимъ способомъ полученія кислорода. Этотъ кирпично-красный порошокъ называется окисью ртути. Небольшое количество его насыпаю въ толстостѣнную пробирку изъ особаго стекла, которое плавится труднѣе обыкновеннаго, и придѣлываю къ ней газоотводную трубку такимъ же образомъ, какъ въ прошлый разъ (рис. 21). Теперь стану подогрѣвать пробирку на сильномъ огнѣ. Что происходитъ при этомъ?

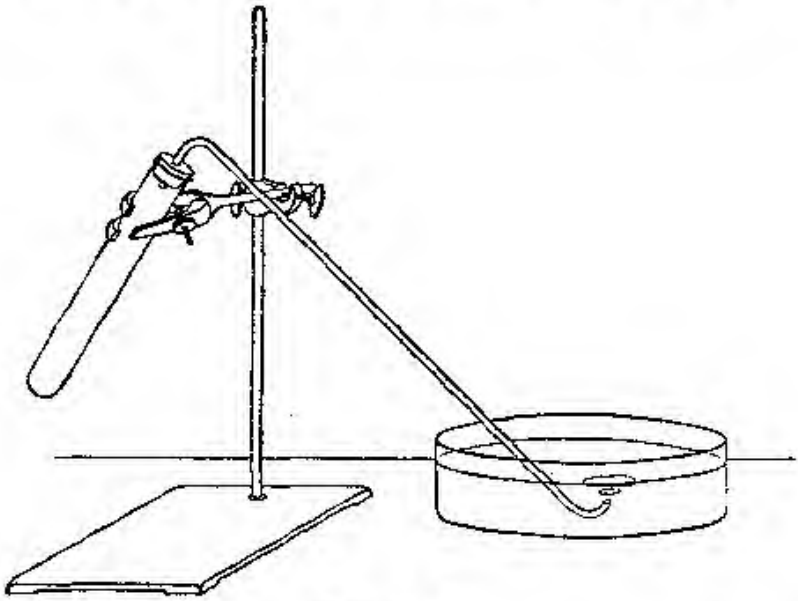

Рис. № 21.

Ученикъ. Красный порошокъ становится темнѣе. Можетъ-быть, онъ обуглился?

Учитель. Нѣтъ; если его охладить, онъ сдѣлается снова краснымъ.

Ученикъ. Почему же онъ потемнѣлъ?

Учитель. Очень многія вещества мѣняютъ свой цвѣтъ при нагрѣваніи. Цвѣтъ вообще въ значительной степени зависитъ отъ температуры.

Ученикъ. Вотъ уже появляются пузырьки.

Учитель. Это выдѣляется расширяющійся отъ нагрѣванія воздухъ.

Ученикъ. Теперь пузырьки выдѣляются чаще.

Учитель. Соберемъ немного газа въ пробирку и испытаемъ его тлѣющей лучинкой. Нѣтъ, все еще выдѣляется воздухъ. Наполнимъ снова...

Ученикъ. Лучинка воспламеняется: это—кислородъ!

Учитель. Возможно. Соберемъ еще немного и посмотримъ, не имѣетъ ли онъ запаха и не окрашенъ ли. Попробуй!

Ученикъ. Запаха нѣтъ; повидимому, онъ также безцвѣтенъ. Но для чего нужно дѣлать эти испытанія?

Учитель. Всегда, прежде чѣмъ сказать, что какое-нибудь вещество есть дѣйствительно опредѣленное вещество, необходимо убѣдиться, что его свойства вполнѣ ему отвѣчаютъ.

Ученикъ. Невозможно же каждый разъ испытывать всѣ свойства. Такъ никогда не управишься.

Учитель. Ты правду говоришь. Но всегда слѣдуетъ испытать нѣсколько свойствъ, ибо часто бываетъ, что различныя вещества обладаютъ однимъ общимъ свойствомъ при различіи всѣхъ остальныхъ.

Ученикъ. Такъ-таки совершенно одинаковымъ?

Учитель. На это никоимъ образомъ нельзя съ увѣренностью дать положительный отвѣтъ даже въ томъ случаѣ, когда незамѣтно никакого различія, ибо ни одно свойство нельзя изслѣдовать или измѣрить съ абсолютной точностью, и, слѣдовательно, нельзя впередъ знать, не окажется ли при болѣе точномъ изслѣдованіи это видимое сходство совершенно не отвѣчающимъ первоначальнымъ представленіямъ о немъ. Но чтобы избѣжать такихъ затруднительныхъ изслѣдованій, предпочитаютъ испытывать нѣсколько свойствъ, такъ какъ весьма рѣдко случается, что два вещества имѣютъ нѣсколько общихъ свойствъ.

Ученикъ. Посмотри, что сталось между тѣмъ съ нашимъ опытомъ. Верхняя часть пробирки стала похожа на серебро.

Учитель. Да, и бо́льшая часть окиси ртути исчезла. Продолжимъ нагрѣваніе еще нѣкоторое время.—Теперь исчезла вся окись. Я выну газоотводную трубку изъ воды и дамъ прибору остыть.

Ученикъ. Почему ты вынулъ трубку изъ воды, а не отставилъ просто спиртовую лампочку?

Учитель. Потому что вода легко могла бы попасть въ пробирку, когда горячій кислородъ въ трубкѣ станетъ сжиматься при охлажденіи. Смотри внимательно: серебряный налетъ легко удается смахнуть бородкой пера, и онъ собирается въ блестящіе жидкіе шарики.

Ученикъ. Они похожи на ртуть.

Учитель. Это и есть ртуть.

Ученикъ. Какъ же она туда попала?

Учитель. Она выдѣлилась изъ окиси ртути.

Ученикъ. И кислородъ выдѣлился изъ нея?

Учитель. Да, оба эти вещества образовались изъ окиси ртути, но кромѣ нихъ—ничего.

Ученикъ. Но почему ртуть находится не въ той же пробиркѣ, въ которой была окись ртути.

Учитель. Потому что ртуть при температурѣ этой спиртовой лампочки летуча, т.-е. она превращается въ паръ. Тамъ, гдѣ трубка была холоднѣе, паръ опять сгустился въ жидкую ртуть. Я беру въ пробирку немного другой ртути и нагрѣваю ее. Смотри, тамъ уже образуется первый налетъ изъ капелекъ, онъ становится все плотнѣе, а теперь сталъ похожъ на зеркало. Я повторяю этотъ опытъ съ жидкимъ металломъ, который мы съ тобой получили изъ окиси ртути. Ты видишь, получается такой же эффектъ. Значитъ, это тоже ртуть. Будь остороженъ,—пары ртути ядовиты!

Ученикъ. Вотъ ужъ никакъ не думалъ!

Учитель. Почему?

Ученикъ. Ртуть вѣдь металлъ, а металлы не летучи.

Учитель. Это невѣрно. Они летучи, но у большинства хорошо извѣстныхъ металловъ точки кипѣніи лежатъ такъ высоко, что обыкновенными средствами невозможно достигнуть соотвѣтствующей температуры. Но, напримѣръ, въ пламени дуговой электрической лампы испаряются всѣ металлы. Ртуть кипитъ довольно легко,—уже при 350° С. Однако, вернемся опять къ нашему опыту. Ты видѣлъ, что путемъ нагрѣванія красный порошокъ превратился въ ртуть и кислородъ. Но изъ ртути и кислорода можно опять получить крас-

ную окись ртути. Слѣдовательно, этотъ процессъ является, такъ сказать, обратимымъ.

Ученикъ. Это замѣчательно. А могу я посмотрѣть?

Учитель. Къ сожалѣнію, я не могу тебѣ это показать Если держать вмѣстѣ ртуть и кислородъ при температурѣ немного выше 300°, то изъ нихъ получается окись ртути. Но этотъ процессъ протекаетъ такъ медленно, что спустя нѣсколько недѣль образуется всего два—три грамма окиси. Приготовленная такимъ способомъ окись ртути обладаетъ тѣми же свойствами, какъ и обыкновенная.

Ученикъ. А развѣ эта иначе приготовлена?

Учитель. Да, ее готовятъ другимъ способомъ; какимъ— я не объясняю, потому что онъ былъ бы для тебя пока еще непонятенъ.

Ученикъ. Значитъ, безразлично, какимъ бы образомъ ее ни готовили?

Учитель. Конечно. Это весьма важный общій законъ: данное вещество всегда обладаетъ одними и тѣми же свойствами, какими бы способами его ни приготовили.

Ученикъ. Никакъ не предполагалъ этого!

Учитель. Ты уже видѣлъ это на другомъ примѣрѣ: кислородъ, полученный изъ окиси ртути, имѣлъ тѣ же свойства, какъ и тотъ, который мы выдѣлили изъ хлорноватокислаго калія.

Ученикъ. Да, правда. Мнѣ не пришло это въ голову, я считалъ это само собой понятнымъ.

Учитель. Вотъ видишь, когда не продумаютъ чего-нибудь, то считаютъ это «само собой понятнымъ».—Запомни, теперь нѣсколько новыхъ названій. Такъ какъ изъ одного однороднаго вещества—изъ окиси ртути— могутъ образоваться два новыхъ вещества—ртуть и кислородъ, и обратно, изъ двухъ послѣднихъ образуется однородное вещество—окись ртути, то его называютъ соединеніемъ, а оба другихъ—составными частями. Слѣдовательно, окись ртути есть?..

Ученикъ. Окись ртути есть соединеніе ртути и кислорода.

Учитель. Да, а ртуть и кислородъ — составныя части окиси ртути. Теперь обратимся къ весьма важному вопросу, къ вопросу о вѣсовыхъ отношеніяхъ при химическихъ превращеніяхъ. Въ этой закупоренной колбѣ находится кислородъ, а въ немъ виситъ на проволокѣ кусочекъ угля. Я ставлю колбу на чашку вѣсовъ и уравновѣшиваю ее. Теперь зажгу уголь, не раскрывая колбы.

Ученикъ. Какъ же ты это сдѣлаешь?

Учитель. Это можно сдѣлать различными способами. Если бы я пропустилъ черезъ трубку вторую проволоку и соединилъ ее при помощи очень тонкой желѣзной проволоки съ первой, то, пропуская электрическій токъ, я раскалилъ бы тонкую проволоку, а она воспламенила бы уголь. Но такъ какъ сейчасъ свѣтитъ солнце, то я устрою еще проще: я зажгу уголь при помощи зажигательнаго стекла.

Ученикъ. Прекрасно. Ура, уголь горитъ уже!

Учитель. А теперь онъ гаснетъ, такъ какъ весь кислородъ исчерпанъ. Какъ ты думаешь, уголь сталъ тяжелѣе?

Ученикъ. Само собой!..

Учитель. Ты опять сказалъ «само собой понятно»!.. Посмотримъ.—Что ты видишь?

Ученикъ. Указатель вѣсовъ отклоняется въ ту и другую сторону на одинаковыя разстоянія. Повидимому, вѣсъ остался безъ измѣненія. Можетъ-быть, прибавка въ вѣсѣ столь ничтожна, что ее невозможно замѣтить.

Учитель. Нѣтъ. При самомъ точномъ взвѣшиваніи получится то же самое.

Ученикъ. Но это же невѣрно. Я училъ и самъ видѣлъ, что при горѣніи вѣсъ увеличивается?

Учитель. Вѣсъ чего?

Ученикъ. Ахъ да, такъ: продуктъ горѣнія вѣситъ больше, чѣмъ вѣсило сгорѣвшее вещество.

Учитель. А въ данномъ случаѣ?

Ученикъ. Онъ вѣситъ столько же.

Учитель. Это ошибочное заключеніе. Онъ дѣйствительно вѣситъ больше.

Ученикъ. Но почему же вѣсъ не мѣняется?

Учитель. Вѣдь при этомъ израсходованъ кислородъ. Продуктъ горѣнія вѣситъ на столько больше, сколько вѣсилъ потраченный кислородъ. Такимъ образомъ, прибавка и потеря въ вѣсѣ взаимно уничтожаются.

Ученикъ. Это замѣчательно!

Учитель. Это можетъ служить примѣромъ для весьма важнаго закона, который распространяется на всѣ химическія и физическія явленія: какія бы превращенія ни происходили между данными веществами, ихъ общій вѣсъ никогда не измѣняется.

Ученикъ. Но вѣсъ каждаго отдѣльнаго вещества навѣрно измѣняется?

Учитель. Конечно; но что теряется въ одномъ направленіи, то выигрывается въ другомъ. Законъ справедливъ лишь для суммы всѣхъ вѣсовъ.

Ученикъ. Ты говорилъ, чтобы я въ такихъ случаяхъ не спрашивалъ, почему это такъ, но—отъ чего это зависитъ. Извѣстно что-нибудь по этому поводу?

Учитель. Да. Ты знаешь, что въ каждомъ данномъ мѣстѣ вѣсъ и масса вещества взаимно пропорціональны. Слѣдовательно, указанный законъ вытекаетъ изъ неизмѣняемости, или постоянства массы.

Ученикъ. Какое же значеніе имѣетъ этотъ законъ?

Учитель. Онъ даетъ возможность опредѣлять вѣсовыя отношенія при химическихъ превращеніяхъ даже въ томъ случаѣ, когда нѣтъ возможности или желанія взвѣшивать каждое отдѣльное вещество. Если я опредѣлилъ, положимъ, вѣсъ окиси ртути и вѣсъ полученной изъ нея ртути, то я уже знаю, сколько вѣситъ образовавшійся кислородъ, ибо всегда должно получиться равенство: окись ртути = ртуть + кислородъ, гдѣ названія веществъ обозначаютъ ихъ вѣсовыя количества.

Ученикъ. Кислородъ развѣ имѣетъ вѣсъ? онъ вѣдь газъ?

Учитель. А ты думаешь, что газы не имѣютъ вѣса.

Ученикъ. Я не могу себѣ этого представить.

Учитель. Плотности, или отношенія вѣсовъ къ объемамъ, у газовъ очень малы, во много сотъ разъ меньше,

чѣмъ у воды. Но вѣсъ они безусловно имѣютъ. 1 литръ обыкновеннаго воздуха вѣситъ болѣе 1-го грамма.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы посмотрѣть.

Учитель. Это нетрудно показать. Я закупориваю эту прочную колбу пробкой, въ которую вставленъ стеклянный кранъ. Чтобы пробка не выскочила, я обвязываю ее проволокой или шнуркомъ. Теперь все это точно уравновѣшивается на вѣсахъ. Затѣмъ, открывъ кранъ, накачиваю въ колбу велосипеднымъ насосомъ воздухъ и, послѣ двухъ-трехъ взмаховъ, снова запираю кранъ. Поставивъ ее на вѣсы, я убѣждаюсь, что вѣсъ значительно увеличился.

Ученикъ. А можно видѣть, сколько воздуха ты въ нее накачалъ?

Учитель. Конечно. Я могу сейчасъ при помощи кусочка гуттаперчевой трубки прикрѣпить къ крану газоотводную трубку и поставить надъ ней бутыль съ водой. Если теперь открыть кранъ, то накаченный воздухъ станетъ выходить изъ колбы и соберется въ бутыли (рис. 22). Если бы ты точно взвѣсилъ колбу прежде и взвѣсилъ ее теперь, то ты убѣдился бы, что потеря въ вѣсѣ равняется вѣсу вы-

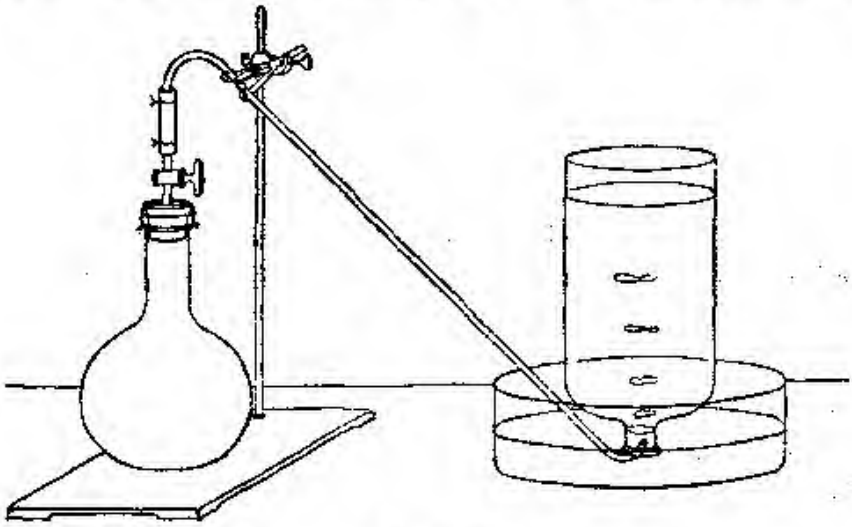

Рис. № 22.

пущеннаго воздуха. А если къ тому же на бутыль нанесены объемныя дѣленія, то ты можешь также опредѣлить объемъ воздуха.

Ученикъ. Такъ, понимаю.

Учитель. Ты можешь послѣ сдѣлать нѣсколько такихъ опредѣленій. Ты найдешь, что воздухъ почти въ 800 разъ легче воды.—Теперь вернемся къ нашимъ опытамъ. Ты обратилъ вниманіе, сколько кислорода выдѣлилось изъ хлорноватокислаго калія и изъ окиси ртути?

Ученикъ. Повидимому, изъ окиси ртути получилось значительно меньше.

Учитель. Да, 1 гр. хлорноватокислаго калія даетъ значительно больше кислорода, нежели 1 гр. окиси ртути. А если я буду повторять опытъ каждый разъ съ 1 гр. окиси ртути, то сколько буду получать кислорода?

Ученикъ. Каждый разъ одно и то же количество.

Учитель. А съ хлорноватокислымъ каліемъ?

Ученикъ. Тоже.

Учитель. Слѣдовательно, ты того мнѣнія, что каждый разъ, когда одно вещество превращается въ другое, то это всегда происходитъ въ опредѣленныхъ вѣсовыхъ отношеніяхъ?

Ученикъ. Я не знаю, происходитъ ли это въ дѣйствительности такъ, но, вѣроятно, приблизительно въ этомъ родѣ.

Учитель. Да, это происходитъ точно такъ. Впрочемъ, ты и самъ могъ бы это сообразить. Вѣдь данное опредѣленное вещество имѣетъ и совершенно опредѣленныя свойства. Характерная для него способность превращаться въ извѣстное количество другого вещества будетъ тоже его свойствомъ, а слѣдовательно, и вѣсовыя отношенія между первоначальнымъ веществомъ и продуктомъ превращенія должны представлять опредѣленную величину.

Ученикъ. У меня не хватило бы смѣлости вывести подобное заключеніе.

Учитель. Какъ можно провѣрить, правильно ли такое заключеніе?

Ученикъ. Опытомъ.

Учитель. Вѣрно. Производившіеся въ теченіе многихъ столѣтій опыты доказали, что между веществами, участвующими въ превращеніи, существуетъ, по крайней мѣрѣ въ грубой формѣ, опредѣленное отношеніе. Изъ 1 килограмма жира нельзя приготовить любого количества мыла, а при-

близительно столько же и т. д. Но лишь немного болѣе ста лѣтъ тому назадъ точно изслѣдовали этотъ вопросъ и нашли, что здѣсь имѣетъ мѣсто совершенно опредѣленный законъ.

Ученикъ. Онъ распространяется на всѣ вещества?

Учитель. На всѣ чистыя вещества, т.-е. на такія, которыя не растворы и не смѣси.

Ученикъ. Странно. Всѣ законы, которые ты до сихъ поръ мнѣ сообщилъ, собственно, очень просты и легко понятны, но я боюсь, что не сумѣю ихъ всегда правильно примѣнять, гдѣ слѣдуетъ.

Учитель. Это вполнѣ естественно. Законъ подобенъ инструменту: недостаточно имѣть инструментъ и знать для чего онъ употребляется, необходимо еще пріобрѣсти навыкъ умѣло обращаться съ нимъ. Наши послѣдующія бесѣды доставятъ тебѣ много матеріала для упражненія.

---

13. Элементы.

Учитель. Ты выучилъ въ прошлый разъ два важныхъ закона, распространяющихся на вѣсовыя отношенія такихъ веществъ, между которыми просходятъ химическія превращенія. Первый навывается закономъ сохраненія вѣса. Повтори его.

Ученикъ. Когда между данными веществами происходятъ химическія взаимодѣйствія, то общій вѣсъ ихъ при этомъ не измѣняется.

Учитель. А на что распространяется второй законъ?

Ученикъ. На вѣсовыя отношенія при химическихъ превращеніяхъ. Когда одно вещество превращается въ другое, то между вѣсами обоихъ устанавливаются опредѣленныя отношенія.

Учитель. Правильно. Его называютъ закономъ постоянныхъ отношеній.

Ученикъ. Въ связи съ чѣмъ стоять эти отношенія?

Учитель. Ты хорошо поставилъ вопросъ! Я дамъ тебѣ на него замѣчательный отвѣтъ. Но для этого необходимо сначала выяснить одно новое понятіе, именно,—о химическомъ элементѣ. Припомни равенство: окись ртути = ртуть + кислородъ. Для какихъ величинъ мы его составили?

Ученикъ. Для вѣсовыхъ.

Учитель. Хорошо. Если ты при нагрѣваніи разложишь опредѣленное количество окиси ртути и соберешь ртуть, то каковъ будетъ ея вѣсъ, больше или меньше окиси ртути?

Ученикъ. Дай подумать.—Ртуть должна меньше вѣсить

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что вмѣстѣ съ кислородомъ она вѣсить столько же, сколько и окись ртути, а вѣдь кислородъ тоже имѣетъ вѣсъ.

Учитель. Вѣрно. Значитъ, когда ртуть превращается въ окись ртути, или кислородъ превращается въ окись ртути, то каждый разъ вѣсъ увеличивается: одинъ разъ—на вѣсъ необходимаго количества кислорода, другой разъ—на вѣсъ соотвѣтствующаго количества ртути.

Ученикъ. Я понимаю.

Учитель. Ты помнишь, конечно, что кислородъ и ртуть мы назвали составными частями окиси ртути, а послѣднюю—ихъ соединеніемъ.

Ученикъ. Да.

Учитель. Отсюда слѣдуетъ, что составная часть должна всегда меньше вѣсить, чѣмъ любое соединеніе ея.

Ученикъ. Потому что къ ней еще нѣчто прибавляется.

Учитель. Совершенно вѣрно. Представь себѣ, что съ кислородомъ продѣлываютъ рядъ химическихъ опытовъ и при этомъ опредѣляютъ вѣсъ каждаго новаго вещества, получающагося благодаря расходованію кислорода. При этомъ ни разу не наблюдали такого случая, чтобы полученныя вещества вѣсили менѣе, нежели кислородъ. Всѣ вѣсили больше.

Ученикъ. Значитъ, кислородъ можетъ образовать только соединенія?

Учитель. Да, и совсѣмъ неизвѣстно составныхъ частей кислорода. Подобныя вещества называютъ элементами. Что же такое элементъ?

Ученикъ. Вещество, всѣ продукты превращенія котораго вѣсятъ больше, нежели оно само.

Учитель. Совершенно вѣрно! Можно также сказать: элементъ есть вещество, составныя части котораго неизвѣстны. Но это опредѣленіе не такъ ясно, потому что сначала надо объяснить, что такое составная часть.

Ученикъ. А я училъ раньше, что элементъ есть неразложимое вещество.

Учитель. Это означаетъ то же самое. Разложить—значитъ выдѣлить изъ вещества его составныя части. Но такъ какъ при этомъ изъ однороднаго вещества получается нѣсколько различныхъ веществъ, то подобнаго рода превращеніе называютъ разложеніемъ.

Ученикъ. Я понимаю теперь Но вѣдь разложить—значитъ собственно разобрать на части то, что уже имѣется, а не превратить въ нихъ что-нибудь.

Учитель. Связь здѣсь слѣдующая. Когда опредѣленныя количества ртути и кислорода превращаются, или соединяются, въ окись ртути, то ртуть и кислородъ исчезаютъ, хотя ихъ можно во всякое время получить вновь. При этомъ получается ровно такое же количество обѣихъ составныхъ частей, какое первоначально взяли. Это можно себѣ представить такъ, какъ если бы составныя части дѣйствительно находились въ полученномъ соединеніи, но только обѣ скрылись, послѣ того какъ соединились другъ съ другомъ. Отсюда выраженія—разлагать и соединять.

Ученикъ. Но какъ-же, все-таки: находятся ли составныя части дѣйствительно въ соединеніи, или же ихъ тамъ нѣтъ?

Учитель. Ты необдуманно ставишь вопросъ. Соединеніе не мѣшокъ и не ящикъ, чтобы «въ немъ» могло что-нибудь заключаться. Если ты при этомъ разумѣешь, что соотвѣтствующими пріемами можно получить изъ соединенія его

составныя части, то можно сказать, что онѣ въ немъ находятся. Но если ты думаешь, что онѣ лишь какимъ-либо способомъ скрылись въ соединеніи, сохранивъ всѣ свои свойства, то это было бы непонятно и повело бы къ заблужденіямъ.—Теперь, слѣдовательно, тебѣ долженъ быть понятенъ смыслъ фразы: кислородъ есть элементъ.

Ученикъ: А есть еще другіе элементы?

Учитель. Да. Ртуть тоже элементъ; и сѣра, и желѣзо, и олово, и свинецъ, и мѣдь—элементы. Всѣхъ элементовъ около 75. Вотъ таблица элементовъ. Когда ты будешь ее разсматривать, то найдешь нѣсколько знакомыхъ тебѣ элементовъ. Но большинство тебѣ неизвѣстно. Очень многіе изъ нихъ встрѣчаются весьма рѣдко, т.-е. рѣдко находятся тѣ вещества, изъ которыхъ можно ихъ получить.

Таблица элементовъ.

Азотъ	N.	Золото	Au.	Марганецъ	Mn.
Алюминій	Al.	Индій	In.	Молибденъ	Mo.
Аргонъ	Ar.	Иридій	Ir.	Мышьякъ	As.
Барій	Ba.	Иттербій	Yb.	Мѣдь	Cu.
Бериллій	Be.	Иттрій	Y.	Натрій	Na.
Боръ	B.	Іодъ	J.	Неодимій	Nd.
Бромъ	Br.	Кадмій	Cd.	Неонъ	Ne.
Ванадій	V.	Калій	K.	Никкель	Ni.
Висмутъ	Bi.	Кальцій	Ca.	Ніобій	Nb.
Водородъ	H.	Кислородъ	O.	Олово	Sn.
Вольфрамъ	W.	Кобальтъ	Co.	Осмій	Os.
Гадолиній	Gd.	Кремній	Si.	Палладій	Pd.
Галлій	Ga.	Криптонъ	Kr.	Платина	Pt.
Гелій	He.	Ксенонъ	X.	Праседимъ	Pr.
Германій	Ge.	Лантанъ	La.	Родій	Rh.
Желѣзо	Fe.	Литій	Li.	Ртуть	Hg.
		Магній	Mg.	Рубидій	Rb.

Рутенiй	Ru.	Таллiй	Tl.	Фосфоръ	P.
Самарiй	Sa.	Танталъ	Ta.	Фторъ	F.
Свинецъ	Pb.	Теллуръ	Te.	Хлоръ	Cl.
Селенъ	Se.	Тербiй	Tb.	Хромъ	Cr.
Серебро	Ag.	Титанъ	Ti.	Цезiй	Cs.
Скандiй	Sc.	Торiй	Th.	Церiй	Ce.
Стронцiй	Sr.	Туллiй	Tu.	Цинкъ	Zn.
Сурьма	Sb.	Углеродъ	C.	Цирконiй	Zr.
Сѣра	S.	Уранъ	U.	Эрбiй	Er.

Ученикъ. А развѣ нельзя рѣдкiе элементы приготовить изъ такихъ веществъ, которыя часто встрѣчаются?

Учитель. Нѣтъ, это никакъ невозможно. Данное соединенiе разлагается на элементы всегда съ одинаковымъ результатомъ, другими словами, изъ каждаго вещества можно получить лишь опредѣленные элементы; и къ какимъ бы прiемамъ мы ни прибѣгали, всегда получаются тѣ же самые элементы и въ однихъ и тѣхъ же отношенiяхъ. И чтобы получить это вещество искусственно, необходимо взять тѣ же самые элементы и въ тѣхъ же отношенiяхъ, или можно воспользоваться такими соединенiями, изъ которыхъ эти элементы могутъ быть получены, или въ которыхъ они «заключаются».

Ученикъ. Это тоже законъ природы?

Учитель. Да, онъ называется закономъ сохраненiя элементовъ.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ это еще немного.

Учитель. Ты знаешь, навѣрно, что встарину были такiе химики, которые свою жизнь проводили въ томъ, что старались приготовить золото или серебро изъ свинца или другихъ малоцѣнныхъ металловъ; но ни одному изъ нихъ это не удалось. Ихъ называютъ алхимиками. Вся алхимiя зиждется на надеждѣ и увѣренности въ возможность превратить одинъ элементъ въ другой, примѣрно—свинецъ въ золото. Конечно, впередъ нельзя было знать, что это невозможно. И только тщетныя усилiя въ теченiе многихъ столѣтiй показали всю невозможность такого превращенiя для

золота и серебра, а позднѣе то же самое было доказано для всѣхъ остальныхъ элементовъ.

Ученикъ. Въ концѣ концовъ, все-же, попытки алхимиковъ оказались не безсмысленными и не безполезными?

Учитель. Ни то, ни другое. Онѣ не были безсмысленны, потому что никоимъ образомъ нельзя было впередъ знать, что это не удастся. Только работали алхимики не научно, т.-е. не цѣлесообразно, потому что они дѣлали различныя пробы на авось. Но зато конечнымъ результатомъ ихъ работъ является весьма важное, облегчившее задачу химіи, научное открытіе, именно, что элементы не могутъ превращаться другъ въ друга, а соединенія опредѣленныхъ элементовъ—въ соединенія другихъ.

Ученикъ. Я не понимаю этого.

Учитель. Представь себѣ, что мы каждый элементъ надѣлили особымъ знакомъ. Мы можемъ тогда обозначать каждое соединеніе при помощи знаковъ соотвѣтствующихъ элементовъ. Подобно тому, какъ ты можешь составить слово «печь» только изъ знаковъ *п*, *е*, *ч* и *ь* и только на эти знаки снова разложить его и, напротивъ, никоимъ образомъ не можешь составить изъ этихъ знаковъ слово «роза»,—точно такъ же относятся и соединенія къ элементамъ. Въ таблицѣ элементовъ къ каждому названію прибавленъ такой значекъ, составленный изъ первой буквы названія и въ большинствѣ еще одной добавочной. Любое вещество, изъ числа находящихся на землѣ, можно изобразить, если составить нѣкоторые изъ этихъ знаковъ, и всякому другому веществу отвѣчаетъ своя особая комбинація знаковъ, ибо изъ всѣхъ веществъ, какія только существуютъ, каждое можетъ быть разложено только на тѣ элементы, изъ которыхъ оно составлено.

Ученикъ. Я вижу, это опять одинъ изъ такихъ законовъ, которые хотя и просты сами по себѣ, но къ которымъ надо еще привыкнуть.

Учитель. Ты привыкнешь къ нимъ довольно быстро. А пока обратимся опять къ нашей таблицѣ элементовъ и посмотримъ, какъ велико твое знакомство съ химіей изъ обыденной жизни. Кислородъ тебѣ уже знакомъ; это без-

цвѣтный газъ. Водородъ тоже безцвѣтный газъ, но онъ обладаетъ способностью горѣть.

Ученикъ. Почему его называютъ водородомъ?

Учитель. Этотъ элементъ можно получить изъ воды.

Ученикъ. Значитъ, вода не элементъ?

Учитель. Нѣтъ, она и на таблицѣ не обозначена. Вода представляетъ соединеніе водорода и кислорода. Азотъ тоже знакомъ тебѣ,—это вторая составная часть смѣси—обыкновеннаго воздуха. Онъ также безцвѣтенъ и не имѣетъ запаха и вкуса.

Ученикъ. Да, потому что таковъ ужъ воздухъ.

Учитель. Вѣрно. Теперь слѣдуетъ углеродъ. Это уже не газъ, но твердое тѣло. Обыкновенный древесный уголь состоитъ изъ углерода, но не въ чистомъ состояніи. Эти четыре элемента встрѣчаются во всѣхъ живыхъ существахъ, въ растеніяхъ и животныхъ, и потому образуютъ особую группу. Отчасти на этомъ основаніи я назвалъ тебѣ ихъ первыми. Кромѣ того, они служатъ типами четырехъ различныхъ группъ элементовъ.

Ученикъ. Что это значитъ?

Учитель. Изъ числа остальныхъ элементовъ есть нѣсколько такихъ, которые сходны по своимъ свойствамъ съ кислородомъ, тогда какъ иные ближе стоятъ къ водороду, иные опять—къ азоту, иные сходны съ углеродомъ.

Ученикъ. Сходны?

Учитель. Да, въ несвязанномъ состояніи, въ качествѣ, такъ-называемыхъ, свободныхъ элементовъ, они обладаютъ отчасти сходными физическими свойствами. Отчасти сходны также свойства ихъ соединеній съ тѣмъ или другимъ элементомъ.

Ученикъ. Такое основаніе для подраздѣленія кажется мнѣ довольно произвольнымъ.

Учитель. Такъ оно и есть. Но изъ совокупности свойствъ всѣхъ соединеній, какія можно получить изъ одного элемента, оказывается, есть такъ много сходныхъ и такъ много различныхъ свойствъ, что для химика, знакомаго съ условіями полученія и характеромъ соединеній, выборъ не представляетъ затрудненій. Такъ какъ ты этихъ условій не

зваешь, то тебѣ остается пока принять то подраздѣленіе, которое я тебѣ предложу.

Ученикъ. Но такой способъ усвоенія представляется мнѣ ненаучнымъ, такъ какъ я долженъ принимать на вѣру то, чего не могу провѣрить.

Учитель. Позднѣе, когда ты въ достаточной степени познакомишься съ химіей, ты будешь въ состояніи все это провѣрить. Кромѣ того, я не воспользуюсь этимъ подраздѣленіемъ для какихъ-либо научныхъ заключеній; это дѣлается исключительно для твоего удобства: чтобы тебѣ легче было ознакомиться съ отдѣльными фактами. Къ такимъ условнымъ пріемамъ можно прибѣгать и въ наукѣ по своему усмотрѣнію.

Ученикъ. Да, я понимаю.

Учитель. Теперь обрати вниманіе на слѣдующую таблицу:

* Водородъ.	* Іодъ.	Селенъ.	* Фосфоръ.	* Углеродъ.
* Хлоръ.	* Кислородъ.	Теллуръ.	Мышьякъ.	* Кремній.
* Бромъ.	* Сѣра.	* Азотъ.	Сурьма.	Титанъ.

Съ тѣми элементами, которые обозначены звѣздочкой, мы ознакомимся потомъ подробнѣе.

Ученикъ. Почему только съ ними?

Учитель. Остальные или очень рѣдко встрѣчаются въ природѣ, или ихъ соединенія мало употребительны и не имѣютъ важнаго значенія. Такъ какъ въ дальнѣйшемъ мы не можемъ познакомиться со всѣмъ тѣмъ, что до сихъ поръ изучено въ химіи, то мы ограничимся только избранными. Я буду при выборѣ руководиться тѣмъ, чтобы ты могъ познакомиться по крайней мѣрѣ съ такими веществами, которыя, благодаря своему употребленію или нахожденію въ природѣ, наиболѣе часто встрѣчаются.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, я познакомлюсь только съ небольшой частью химіи?

Учитель. Едва ли есть такой человѣкъ, который бы зналъ всѣ тѣ факты, которые удалось до сихъ поръ открыть

въ химіи. Я постараюсь ознакомить тебя съ такими отдѣлами химіи, чтобы ты получилъ представленіе о самомъ существенномъ. Впослѣдствіи можешь выбрать себѣ особый отдѣлъ и изучить его съ такой полнотой, съ какой пожелаешь и будешь въ силахъ. А теперь потолкуемъ объ избранныхъ элементахъ. Я уже говорилъ тебѣ, что водородъ—безцвѣтный, горючій газъ; но его пламя блѣдно и даетъ мало свѣта. Онъ является самымъ легкимъ веществомъ, а потому имъ наполняютъ воздушные шары.

Ученикъ. И въ маленькихъ резиновыхъ шарахъ, которыми играютъ дѣти, тоже находится водородъ?

Учитель. Да. Если зажечь такой свѣженаполненный шаръ, то водородъ его сгораетъ съ сильнымъ трескомъ.

Ученикъ. Я это продѣлаю въ слѣдующій разъ.

Учитель. Только не подставляй близко своего лица, чтобы не обжечь его, такъ какъ пламя очень горячо; къ тому же, иногда воспламененіе сопровождается довольно сильнымъ трескомъ. Хлоръ—зеленый газъ съ непріятнымъ, ѣдкимъ запахомъ. Ты знаешь, вѣроятно, этотъ запахъ; часто посыпаютъ гніющія и непріятно-пахнующія вещества особымъ бѣлымъ порошкомъ, такъ называемой хлорной известью, которая имѣетъ запахъ сильно разбавленнаго хлора.

Ученикъ. Да, я припоминаю, нашъ дворникъ иногда посыпаетъ этотъ порошокъ на углу улицы. Для чего это дѣлаютъ?

Учитель. Хлоръ разрушаетъ непріятно-пахнущія вещества и убиваетъ зародышей мельчайшихъ вредныхъ грибковъ и бактерій. Бромъ представляетъ при обыкновенной температурѣ жидкость темнаго, красновато-коричневаго цвѣта; пары его имѣютъ желтовато-красный цвѣтъ и по запаху напоминаютъ хлоръ.

Ученикъ. А, это какъ разъ одно изъ такихъ свойствъ, о которыхъ ты говорилъ.

Учитель. Да. Іодъ имѣетъ запахъ схожій съ бромомъ, но при обыкновенной температурѣ представляетъ темноватое, съ нѣкоторымъ блескомъ, твердое тѣло, пары котораго окрашены въ фіолетовой цвѣтъ.

Ученикъ. Я вспомнилъ сейчасъ, мнѣ смазывали разъ шею іодной тинктурой. Имѣеть она что-нибудь общее съ элементомъ іодомъ?

Учитель. Да, это растворъ іода въ спиртѣ.—Съ первой группой мы покончили. Изъ второй ты знаешь уже кислородъ, вѣроятно, также и сѣру.

Ученикъ. Вещество желтаго цвѣта?

Учитель. Сѣра представляетъ вещество желтаго цвѣта и горитъ синимъ пламенемъ.

Ученикъ. И распространяетъ при этомъ очень непріятный запахъ. Отчего большинство химическихъ веществъ такъ дурно пахнетъ?

Учитель. Большинство дурно-пахнущихъ веществъ производитъ раздражающее дѣйствіе на слизистую оболочку носа. Если бы они не обладали дурнымъ запахомъ, то мы постоянно раздражали бы себѣ слизистую оболочку дыхательныхъ путей и получали бы насморкъ, сами того не замѣчая и не имѣя возможности предупредить это. И тогда занятіе химіей представляло бы больше опасностей, чѣмъ теперь.

Ученикъ. Это хорошо. И всѣ ядовитыя вещества дурно пахнутъ?

Учитель. Вообще, запахомъ обладаютъ только такія вещества, которыя могутъ превращаться въ газъ или паръ; въ противномъ случаѣ они не могли бы попасть въ носъ. Къ счастью, большинство ядовитыхъ веществъ дѣйствительно обладаетъ непріятнымъ запахомъ, особенно тѣ изъ нихъ, которыя вызываютъ раздраженіе слизистой оболочки носа. Но есть также ядовитые газы и пары, не обладающіе запахомъ, или только весьма слабымъ. Такіе особенно опасны. Позднѣе мы познакомимся съ однимъ такимъ газомъ.

Ученикъ. Я буду тогда очень остороженъ.

Учитель. Обратимся теперь къ группѣ азота. Этотъ газъ ты тоже знаешь немного. Несмотря на свое названіе, азотъ не ядовитъ, ибо мы вдыхаемъ его безпрерывно вмѣстѣ съ кислородомъ изъ воздуха. Онъ называется такъ только потому, что въ чистомъ, несодержащемъ кислорода, азотѣ животныя задыхаются, такъ какъ кислородъ имъ необходимъ

для поддержанія жизни. Фосфоръ тебѣ тоже немного знакомъ.

Ученикъ. Да, изъ него приготовляютъ фосфорныя спички.

Учитель. Вѣрно. Одно изъ его свойствъ должно быть знакомо тебѣ. Онъ очень легко воспламеняется; для этого достаточно той теплоты, которая развивается при треніи. На этомъ основано его примѣненіе при фабрикаціи спичекъ.

Ученикъ. Я видѣлъ недавно, какъ свѣтились въ темнотѣ головки спичекъ; это былъ блѣдный, зеленоватый свѣтъ. Кухарка сказала мнѣ, что это происходитъ отъ того, что спички отсырѣли. Развѣ это возможно?

Учитель. Если фосфоръ выставить на воздухъ, то онъ медленно сгораетъ и свѣтитъ при этомъ такъ, какъ ты это видѣлъ. Чтобы небольшое количество фосфора, находящееся на головкѣ спички, постепенно не сгорѣло, фосфоръ смѣшиваютъ съ гуммиарабикомъ или клеемъ, который потомъ застываетъ и образуетъ оболочку, защищающую фосфоръ отъ доступа къ нему кислорода. Въ сыромъ мѣстѣ оболочка растворяется, и фосфоръ приходитъ въ соприкосновеніе съ кислородомъ.

Ученикъ. Когда я затѣмъ намочилъ въ комнатѣ нѣсколько спичекъ, то онѣ совсѣмъ не свѣтили.

Учитель. Это были, такъ-называемыя, шведскія спички, въ ихъ головкахъ нѣтъ фосфора.

Ученикъ. А какъ выглядитъ фосфоръ?

Учитель. Почти какъ воскъ. Его сохраняютъ въ водѣ, потому что на воздухѣ, какъ я сказалъ, онъ медленно сгораетъ. Такъ какъ онъ очень ядовитъ, то ужъ лучше я тебѣ не дамъ его въ руки.

Ученикъ. Какъ его приготовляютъ?

Учитель. Ты думаешь приготовить его безъ моего разрѣшенія! Это не такъ легко сдѣлать. Онъ входитъ въ составъ костей, изъ которыхъ и получается довольно сложными пріемами.

Ученикъ. Какъ же фосфоръ можетъ находиться въ костяхъ, если онъ такъ ядовитъ?

Учитель. Фосфоръ, какъ свободный элементъ, ядовитъ, но его соединенія не ядовиты. Ты опять имѣешь примѣръ того, какъ различны свойства самихъ элементовъ и ихъ соединеній.—Теперь приступимъ къ послѣдней группѣ. Кромѣ углерода, съ которымъ ты уже знакомъ немного, тебѣ слѣдуетъ еще ознакомиться съ кремніемъ или силиціемъ.

Ученикъ. Кремній—то вещество, изъ котораго состоитъ кремень?

Учитель. Не совсѣмъ. Кремень представляетъ соединеніе кремнія съ кислородомъ; это вещество называютъ обыкновенно кремневой кислотой. Изъ него состоятъ также кварцевый песокъ, песчаникъ и горный хрусталь. Наконецъ, почти всѣ горныя породы содержатъ въ себѣ соединенія кремневой кислоты. Такимъ образомъ, элементъ кремній является однимъ изъ самыхъ распространенныхъ въ земной корѣ. Этимъ мы сегодня и ограничимся. Я добавлю только, что всѣ до сихъ поръ разсмотрѣнные элементы соединяютъ подъ однимъ общимъ названіемъ неметалловъ или металлоидовъ. Они образуютъ одно главное подраздѣленіе элементовъ, а другое принадлежитъ металламъ.

Ученикъ. Мнѣ кажется, я сегодня очень много выучилъ.

Учитель. Это была лишь прогулка по той области, въ которой намъ предстоитъ потомъ работать. Настоящее ученіе начнется послѣ.

---

14. Легкіе металлы.

Ученикъ. Сколько различныхъ металловъ извѣстно вообще?

Учитель. Ихъ извѣстно около 60-ти. Такъ какъ нѣкоторые изъ нихъ еще не достаточно хорошо изучены, то число ихъ не можетъ быть вполнѣ точно опредѣлено.

Ученикъ. Но какъ же можно разобраться въ такой массѣ?

Учитель. Точно такъ же, какъ разбираются въ еще болѣе значительномъ количествѣ животныхъ и растеній; ихъ распредѣляютъ по группамъ, располагая ихъ по сходству.

Ученикъ. Что касается животныхъ и растеній, то тамъ руководствуются ихъ внѣшнимъ видомъ и строеніемъ органовъ, но по отношенію къ металламъ этого нельзя сдѣлать.

Учитель. Это не вполнѣ вѣрно. Въ кристаллическомъ сложеніи, которое свойственно различнымъ элементамъ въ твердомъ состояніи, есть нѣчто сходное съ строеніемъ животныхъ и растеній. Но кромѣ того, у металловъ есть еще иныя свойства, которыя у нихъ явственно различны, тогда какъ у живыхъ существъ всѣ они довольно сходны; это—ихъ химическія свойства, или ихъ способность образовать съ другими веществами различныя соединенія. Кромѣ того, физическія свойства, напримѣръ: блескъ, цвѣтъ, плотность, твердость и др., также весьма различны.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, чтобы понять и запомнить подраздѣленія элементовъ, я долженъ впередъ знать всѣ тѣ свойства ихъ, къ изученію которыхъ я только теперь приступаю.

Учитель. Только тотъ долженъ знать ихъ прежде всего, кто первый предлагаетъ и проводитъ такое подраздѣленіе. Тебѣ же достаточно пока знать лишь то, что тѣ элементы, которые расположены въ одной группѣ, обладаютъ въ извѣстной степени сходными свойствами.

Ученикъ. Да, это правда. Какія же свойства легли въ основу подраздѣленія?

Учитель. Весьма различныя. Выяснилось, что группы, составленныя на основаніи какого-нибудь опредѣленнаго свойства, въ большинствѣ случаевъ тождественны съ тѣми, которыя можно составить на основаніи другихъ свойствъ. Такимъ образомъ, принятая теперь группировка есть результатъ цѣлаго ряда подобныхъ основоположеній. Впослѣдствіи я укажу и объясню тебѣ сходныя свойства элементовъ каждой группы.

Ученикъ. Такъ. Значитъ, тамъ установленъ полный порядокъ.

Учитель. Приблизительно въ томъ же родѣ, какъ въ растительномъ и животномъ царствахъ. И тамъ въ отдѣльныхъ случаяхъ возникаютъ разногласія, либо потому, что ничтожны различные признаки, либо потому, что различныя основанія, на которыхъ покоится подраздѣленіе, даютъ довольно уклончивыя указанія.

Ученикъ. Но вѣдь совершенно недопустимо, чтобы изъ-за такихъ неизмѣнныхъ признаковъ, какими являются свойства элементовъ, возникали противорѣчія.

Учитель. Это не есть противорѣчіе въ свойствахъ, а скорѣе неравномѣрность въ произвольномъ, до извѣстной степени, распредѣленіи матеріала, которое мы сдѣлали.

Ученикъ. Да, но почему же здѣсь нѣтъ того порядка, который возможно установить для чиселъ или въ геометріи?

Учитель. Уже по одному тому, что наши знанія свойствъ далеко не совершенны. Напримѣръ, большинство нашихъ опытовъ мы производимъ при температурахъ, которыя немногимъ отличаются отъ комнатной температуры, и при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи. Мы имѣли бы совершенно иныя представленія о большинствѣ элементовъ, если бы мы знали ихъ свойства при всѣхъ возможныхъ температурахъ и давленіяхъ.

Ученикъ. Значитъ, несовершенство подраздѣленія элементовъ на группы зависитъ отъ неполноты нашихъ знаній?

Учитель. Это весьма возможно, ибо опытъ доказываетъ, что каждая область знанія становится для насъ тѣмъ яснѣе и понятнѣе, чѣмъ точнѣе и подробнѣе наши знанія.— Но перейдемъ къ разсмотрѣнію металловъ. Прежде всего, ихъ дѣлятъ на легкіе и тяжелые металлы.

Ученикъ. Что означаетъ это названіе—легкіе металлы? Всѣ вещества имѣютъ вѣсъ и, слѣдовательно, тяжелы.

Учитель. Совершенно вѣрно. Легкими металлами называютъ такіе, плотность которыхъ менѣе учетверенной плотности воды.

Ученикъ. Почему провели именно такую границу?

Учитель. Потому что другія свойства металловъ таковы, что какъ разъ эта граница наиболѣе рѣзко указываетъ на различныя особенности отдѣльныхъ металловъ. Это есть примѣръ того, что между отдѣльными свойствами существуетъ извѣстное соотношеніе, на которое я указывалъ раньше. Легкіе металлы распадаются только на три группы, на металлы щелочей, щелочныхъ земель и металлы земель. Эти группы содержатъ слѣдующіе наиболѣе важные элементы:

Щелочные метал.	Щелочноземельные метал.	Метал. земель.
Натрій.	Магній.	Алюминій.
Калій.	Кальцій.	

Ученикъ. Такъ мало?

Учитель. Это далеко не всѣ. Но другихъ не называю пока, потому что они такъ рѣдко встрѣчаются, или ихъ примѣненіе имѣетъ такъ мало значенія, что тебѣ незачѣмъ пока съ ними знакомиться.

Ученикъ. Алюминій, какъ ты назвалъ,—извѣстный, очень красивый, бѣлый металлъ,—не правда-ли?

Учитель. Да, и если онъ былъ у тебя въ рукахъ когда-нибудь, то ты помнишь, конечно, что онъ поразительно легокъ. Сравнительно съ водой, онъ всего въ 2,7 раза тяжелѣе ея.

Ученикъ. Да, алюминій дѣйствительно легкій металлъ. Но развѣ правда, что его приготовляютъ изъ земли?

Учитель. Отчасти вѣрно. Но только земля не есть опредѣленное химическое вещество, она представляетъ случайную смѣсь различныхъ минераловъ и ихъ продуктовъ вывѣтриванія. Алюминій встрѣчается почти во всѣхъ камняхъ и земляхъ въ видѣ кислороднаго соединенія. Алюминій находится главнымъ образомъ во всѣхъ сортахъ глинъ.

Ученикъ. Поэтому и называютъ его металломъ земель. Но почему же онъ дорогъ, если такъ часто встрѣчается въ природѣ?

Учитель. Теперь онъ не особенно дорогъ; 1 килограммъ стоитъ около 2 рублей. То обстоятельство, что алюминій стоитъ дороже, нежели вещества, изъ которыхъ его

волучаютъ, объясняется тѣмъ, что для выдѣленія его изъ соединеній приходится затрачивать большую работу. Сравнительно только недавно стали пользоваться для этой цѣли силой электрическаго тока. И разница въ цѣнѣ между алюминіемъ и его соединеніями можетъ служить показателемъ того, каскольно больше работы, или энергіи, заключается въ алюминіи сравнительно съ тѣми соединеніями, изъ которыхъ его получаютъ. А ты знаешь, что работу даромъ нигдѣ не получишь.

Ученикъ. А можно получить изъ алюминія эту работу обратно?

Учитель. Конечно. Здѣсь у меня имѣется смѣсь изъ алюминія и окиси желѣза; ты знаешь уже это соединеніе желѣза. Если зажечь эту смѣсь, то развивается страшный жаръ, смѣсь накаливается добѣла, и выдѣляется металлическое желѣзо. А раскаленной массой можно воспользоваться для различныхъ работъ, для ковки, для литья и пр.

Ученикъ. Прекрасный опытъ. Какъ приготовляютъ эту смѣсь?

Учитель. Для этого смѣшиваютъ алюминій въ порошкѣ съ окисью желѣза въ отношеніи 1:3. Оба вещества необходимо предварительно хорошенько просушить при высокой температурѣ. Зажигаютъ посредствомъ воткнутаго кусочка ленты магнія (ты скоро познакомишься съ металломъ магніемъ), которую поджигаютъ спичкой. Смѣсь помѣщаютъ въ обыкновенный фарфоровый тигель или въ углубленіе въ сухомъ кирпичѣ.

Ученикъ. Что, собственно, при этомъ происходитъ?

Учитель. Окись желѣза, какъ тебѣ извѣстно, представляетъ соединеніе желѣза съ кислородомъ. Когда алюминій приходитъ съ ней въ соприкосновеніе при высокой температурѣ, онъ соединяется съ кислородомъ, а желѣзо выдѣляется въ свободномъ видѣ. Такъ какъ при соединеніи алюминія съ кислородомъ освобождается гораздо больше работы, чѣмъ необходимо для разъединенія кислорода и желѣза, то получается большой избытокъ ея, который и проявляется въ формѣ теплоты.

Ученикъ. Развѣ работа и теплота одно и то же?

Учитель. Постольку, поскольку одно можно превратить въ другое. Что работа превращается въ теплоту, ты можешь видѣть это изъ того, что путемъ тренія можно получить теплоту. А чтобы преодолѣть тревіе, необходимо, во всякомъ случаѣ, затратить работу.

Ученикъ. Такъ, теперь я знаю. А въ паровыхъ машинахъ, наоборотъ, получаютъ работу изъ теплоты.

Учитель. Вѣрно. Но теперь намъ слѣдуетъ опять вернуться къ нашимъ легкимъ металламъ. Изъ щелочноземельныхъ металловъ ты уже знаешь, навѣрно, магній.

Ученикъ. Это не тотъ ли металлъ, что такъ ярко горитъ?

Учитель. Да, магній представляетъ бѣлый легкій металлъ, горящій сильнымъ, свѣтлымъ пламенемъ. Поэтому имъ пользуются въ тѣхъ случаяхъ, когда необходимъ сильный свѣтъ и нѣтъ подъ рукой электрическаго тока. Для этой цѣли его приготовляютъ въ видѣ узкой полоски или ленты. Вотъ кусочекъ такой ленты магнія въ томъ видѣ, какъ его продаютъ въ магазинахъ. Я зажигаю ее, и ты видишь, съ какимъ блескомъ онъ сгораетъ.

Ученикъ. А что же такое представляетъ изъ себя бѣлая зола и бѣлый дымъ, которые при этомъ образуются.

Учитель. Собственно, ты долженъ былъ бы это самъ знать. Что такое горѣніе?

Ученикъ. Соединеніе съ кислородомъ. Значитъ, бѣлое вещество есть окись магнія?

Учитель. Да. А яркій свѣтъ указываетъ опять на то, что при соединеніи магнія съ кислородомъ освобождается много работы, которая превращается въ свѣтъ и теплоту.

Ученикъ. Развѣ свѣтъ—тоже особый родъ работы?

Учитель. Да. Ты знаешь уже, что свѣтъ необходимъ для роста растеній; онъ необходимъ для увеличенія ихъ массы, образованія древесины, листьевъ и т. д. Ты можешь сжечь дерево и получить изъ него теплоту, что укажетъ на запасъ работы, которая въ немъ заключалась и которая образовалась тамъ изъ солнечныхъ лучей.

Ученикъ. Какъ получается магній?

Учитель. Магній получаютъ такъ же, какъ и алюминій, изъ его соединеній, путемъ затраты электрической работы. Въ природѣ соединенія магнія, чаще всего съ кислородомъ, встрѣчаются въ большомъ количествѣ. Доломитъ, образующій большія горы, очень богатъ соединеніями магнія; послѣднія находятся также почти во всѣхъ горныхъ породахъ.

Ученикъ. А что такое магнезія, которую употребляютъ какъ лѣкарство? Имѣетъ ли она что-нибудь общее съ металломъ магніемъ?

Учитель. Да, это окись магнія, то же самое вещество, которое образуется при горѣніи металла. Англійская соль, употребляющаяся въ медицинѣ, есть тоже соединеніе магнія. Ты познакомишься послѣ со всѣми этими веществами гораздо подробнѣе.

Ученикъ. Мнѣ хотѣлось бы еще больше узнать про магній: онъ образуетъ такъ много раличныхъ соединеній.

Учитель. То же самое ты найдешь и у другихъ элементовъ. Кальцій, напримѣръ, мало извѣстенъ какъ металлъ, потому что для полученія его изъ соединеній приходится затратить еще больше работы, нежели для полученія магнія, да и сгораетъ онъ гораздо легче.

Ученикъ. Почему же я сейчасъ долженъ съ нимъ познакомиться?

Учитель. Потому что его соединенія необычайно сильно распространены; онъ принадлежитъ къ числу такихъ элементовъ, которые особенно часто встрѣчаются въ земной корѣ. Известнякъ, изъ котораго состоятъ горные хребты и цѣлыя страны, представляетъ такого рода соединеніе. Мѣлъ и мраморъ имѣютъ такой же составъ, но отличаются только по виду.

Ученикъ. Но вѣдь мѣлъ, мраморъ и известякъ совершенно различны!

Учитель. Да, они имѣютъ различный видъ. Но если я возьму по кусочку отъ каждаго изъ этихъ веществъ и оболью ихъ соляной кислотой, то они проявятъ одинаковыя свойства: они вспѣниваются и выдѣляютъ особый газъ. И всѣ три полученныхъ раствора даютъ бѣлый осадокъ, если къ нимъ

прибавить слабой сѣрной кислоты. Можно привести цѣлый рядъ другихъ реакцій, которыя совершенно одинаково протекаютъ для всѣхъ трехъ минераловъ. Все различіе между ними заключается въ томъ, что мѣлъ состоитъ изъ значительно болѣе мелкихъ частичекъ, нежели мраморъ и известякъ, и что известнякъ бываетъ обыкновенно загрязненъ посторонними примѣсями, отъ которыхъ онъ получаетъ сѣроватый цвѣтъ. И мраморъ часто содержитъ примѣси, окрашивающія его въ красный и даже черный цвѣтъ. Слѣдовательно, всѣ три минерала лишь физически различны, но въ химическомъ отношеніи они тождественны.

Ученикъ. Существуютъ еще другія соединенія кальція?

Учитель. Очень много. Изъ известняка получается при сильномъ нагрѣваніи негашеная известь, которая сильно разогрѣвается, если ее облить водой, разбухаетъ и съ большимъ количествомъ воды образуетъ кашицу. Послѣдняя съ примѣсью песка получила широкое примѣненіе при постройкахъ. И гипсъ и цементъ представляютъ соединенія кальція.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы подробнѣе ознакомиться съ этими соединеніями.

Учитель. Съ этимъ придется повременить, а то мы нескоро кончимъ обзоръ нашей таблицы. Намъ осталось разсмотрѣть еще группу щелочныхъ металловъ. Смотри, въ этой бутылкѣ находится натрій.

Ученикъ. Онъ такой же бѣлый какъ серебро. Но почему бутылка запаяна?

Учитель. Потому что натрій уже при обыкновенной температурѣ соединяется съ кислородомъ воздуха. А такъ какъ воздухъ не проходитъ черезъ стекло, то металлъ остается въ бутылкѣ безъ измѣненія, и можно любоваться бѣлымъ цвѣтомъ и серебрянымъ блескомъ его. Эти сѣрые кусочки—тоже натрій.

Ученикъ. Они имѣютъ совсѣмъ иной видъ!

Учитель. Только съ поверхности, гдѣ произошло соединеніе съ кислородомъ. Если эту корку счистить ножемъ, то обнаружится блестящій металлъ.

Ученикъ. Но онъ тотчасъ становится опять сѣрымъ!

Учитель. Да, онъ соединяется съ кислородомъ воздуха.

Ученикъ. А въ какой жидкости лежатъ эти кусочки?

Учитель. Это обыкновенный керосинъ. Я говорилъ уже тебѣ раньше, что онъ состоитъ изъ водорода и углерода, и совсѣмъ не содержитъ кислорода. Поэтому въ немъ можно сохранять натрій и уберечь отъ соединенія съ кислородомъ.

Ученикъ. А можетъ натрій отнимать кислородъ отъ другихъ соединеній?

Учитель. Конечно. Я брошу кусочекъ натрія въ воду. Онъ нагрѣвается, плавится, а образовавшійся шарикъ прыгаетъ по поверхности воды и становится все меньше. Теперь берегись: сейчасъ послѣдуетъ небольшой взрывъ. Такъ, и весь натрій исчезъ.

Ученикъ. Куда же онъ дѣвался?

Учитель. Онъ отнялъ отъ воды кислородъ и превратился въ окись, которая растворилась въ водѣ.

Ученикъ. Встрѣчается эта окись въ природѣ?

Учитель. Нѣтъ, ее приготовляютъ искусственно. Но въ природѣ очень сильно распространено другое соединеніе: обыкновенная или поваренная соль есть тоже соединеніе натрія.

Ученикъ. Съ чѣмъ?

Учитель. Съ хлоромъ.

Ученикъ. Мнѣ кажется это невѣроятнымъ.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Натрій и хлоръ такіе ѣдкіе элементы, и вдругъ соль, которую ѣдятъ, является ихъ соединеніемъ!

Учитель. Ты опять впалъ въ ошибку. Какъ-будто элементы находятся въ соединеніяхъ какъ таковые. То обстоятельство, что поваренная соль есть соединеніе натрія и хлора, указываетъ лишь на то, что изъ этихъ элементовъ можно получить поваренную соль и, наоборотъ, — изъ послѣдней — оба элемента, и только.

Ученикъ. Это дѣйствительно возможно?

Учитель. Ты увидишь это позднѣе.

Ученикъ. Я горю отъ нетерпѣнія скорѣе увидѣть и изучить эти замѣчательныя превращенія.

Учитель. Мы должны теперь разсмотрѣть послѣдній легкій металлъ калій. Вотъ стеклянная трубочка съ каліемъ.

Ученикъ. Онъ имѣетъ совершенно такой же видъ какъ натрій.

Учитель. Да, и свойства ихъ сходны. Если я возьму кусочекъ его изъ того запаса, который также хранится подъ керосивомъ, и брошу въ воду, то онъ съ такой силой начинаетъ дѣйствовать на нее, что образуется красновато-фіолетовое пламя.

Ученикъ. И калій, вѣроятно, не встрѣчается въ природѣ въ видѣ металла?

Учитель. Нѣтъ. И если бы онъ могъ такъ или иначе образоваться, то онъ тотчасъ же началъ бы реагировать съ водой, которая всюду находится, и превратился бы въ кислородное соединеніе.

Ученикъ. Какія же соединенія даетъ калій?

Учитель. Такихъ соединеній очень много. Изъ числа извѣстныхъ тебѣ веществъ я назову селитру. Кромѣ того, калій является составной частью многихъ минераловъ. Такъ, онъ входитъ въ составъ обыкновеннаго краснаго полевого шпата. Изъ горныхъ породъ соединенія калія попадаютъ въ почву и усваиваются отсюда растеніями, для поддержанія жизненныхъ процессовъ которыхъ калій оказывается необходимымъ. Поэтому въ золѣ растеній находятся соединенія калія. Такъ какъ они при температурѣ горѣнія растеній не летучи, то и остаются на мѣстѣ. При помощи воды ихъ можно извлечь изъ золы, а послѣ испаренія воды получить въ твердой формѣ. Бѣлая солеобразная масса, которая такимъ образомъ получается, называется поташомъ.

Ученикъ. Мнѣ хотѣлось бы его получить.

Учитель. Это легко сдѣлать. Ты долженъ размѣшать съ водой оставшуюся отъ дровъ золу и вылить эту массу на фильтръ (стр. 14); стекаетъ прозрачная жидкость, напоминающая на вкусъ мыло и оставляющая въ чашкѣ, послѣ выпариванія въ тепломъ мѣстѣ, солеобразный остатокъ бѣлаго

или сѣраго цвѣта. Бери только золу отъ дровъ, а не отъ каменнаго угля, ибо послѣдняя не содержитъ поташа.

Ученикъ. Я сегодня такъ много узналъ, что боюсь, удержу ли все въ головѣ.

Учитель. Все то, о чемъ мы сейчасъ бесѣдовали, встрѣтится намъ еще разъ, когда мы будемъ знакомиться съ соединеніями отдѣльныхъ элементовъ. Сегодня я показалъ тебѣ только, что ты многое уже знаешь по химіи, а именно, что многія вещества тебѣ знакомы изъ опыта повседневной жизни. Но настоящее научное знаніе, т.-е. правильное знаніе веществъ и ихъ свойствъ, ты, конечно, долженъ будешь еще пріобрѣсти.

Ученикъ. Я приложу все мое стараніе и вниманіе.

---

15. Тяжелые металлы.

Учитель. Мы займемся сегодня обзоромъ тяжелыхъ металловъ. Сюда принадлежатъ наиболѣе извѣстные металлы: мѣдь, золото, олово, свинецъ и желѣзо.

Ученикъ. Почему именно эти металлы стали раньше извѣстны?

Учитель. Золото находится въ землѣ какъ таковое. Мѣдь, олово и свинецъ такъ легко выплавляются изъ своихъ рудъ, что ихъ удалось получить еще въ тѣ отдаленныя времена, когда не было достаточно опыта и навыка въ этомъ дѣлѣ. Желѣзо стали употреблять значительно позднѣе, такъ какъ добываніе его сопряжено съ большими затрудненіями. Для наглядности составимъ себѣ опять таблицу. И здѣсь я указываю только самые важные металлы.

Желѣзо.	Никкель.	Мѣдь.	Серебро.	Золото.
Марганецъ.	Хромъ.	Свинецъ.	Олово.	Платина.
Кобальтъ.	Цинкъ.	Ртуть.		

Ученикъ. Почти всѣ эти металлы мнѣ извѣстны.

Учитель. Ну, о марганцѣ ты едва ли иного знаешь. Этотъ металлъ приближается по своимъ свойствамъ къ желѣзу. Его кислородное соединеніе ты уже видѣлъ; это браунштейнъ, который мы прибавляли къ хлорноватокислому калію, чтобы облегчить выдѣленіе кислорода.

Ученикъ. А кобальтъ, не правда ли, представляетъ голубую краску? Она тоже элементъ?

Учитель. Нѣтъ, голубая краска есть соединеніе элемента кобальта. Онъ тоже приближается по своимъ свойствамъ къ желѣзу, но лучше сохраняется на воздухѣ и не такъ легко ржавѣетъ, какъ желѣзо. А никкель ты, конечно, знаешь. Изъ него чеканятъ монеты и дѣлаютъ посуду. Онъ гораздо бѣлѣе желѣза, почти какъ серебро, и во влажномъ воздухѣ сохраняетъ свой блескъ, не ржавѣя; притомъ, онъ очень твердъ и трудно плавится; поэтому онъ цѣнится довольно высоко.

Ученикъ. Что же происходитъ съ желѣзомъ, когда оно ржавѣетъ?

Учитель. Оно соединяется съ кислородомъ воздуха и съ водой; поэтому желѣзо лучше сохраняется въ сухомъ воздухѣ, нежели во влажномъ.

Ученикъ. А что значитъ никкелировать?

Учитель. Это значитъ покрыть никкелемъ. Его можно осадить изъ растворовъ соединеній никкеля при помощи электрическаго тока на различные металлическіе предметы. Такъ какъ на воздухѣ никкель сохраняется очень хорошо, то и покрытые никкелемъ, или «никкелированные», предметы сохраняются лучше, нежели непокрытые имъ.

Ученикъ. Хромъ я совсѣмъ не знаю.

Учитель. Я сообщу тебѣ пока объ этомъ элементѣ немногое. Онъ бѣлѣе желѣза, очень твердъ и очень трудно плавится. Многія соединенія его ярко окрашены и употребляются поэтому въ качествѣ красокъ въ живописи и малярами. Цинкъ ты знаешь, конечно?

Ученикъ. Это тотъ бѣлый или свѣтло-сѣрый металлъ, изъ котораго дѣлаютъ желоба, крыши и ванны?

Учитель. Да. Онъ значительно мягче и легче плавится, нежели ранѣе перечисленные металлы. Теперь перей

демъ къ группѣ мѣди. Этотъ металлъ ты уже хорошо знаешь.

Ученикъ. Да, и свинецъ тоже знаю; онъ очень тяжелъ.

Учитель. Его плотность равна 11, 4. Онъ очень легко плавится и довольно мягокъ. Вообще, металлы, имѣющіе низкую точку плавленія, по большой части мягки.

Ученикъ. И наоборотъ.

Учитель. Нѣтъ, этого нельзя сказать. Золото и серебро довольно мягкіе металлы, но точка плавленія ихъ лежитъ высоко. А для олова это подходитъ: оно довольно мягко.

Ученикъ. Оно легко плавится. Мы плавили его подъ Новый годъ и выливали олово въ воду. Отчего получаются при этомъ такія причудливыя фигуры?

Учитель. Ты могъ бы, собственно, самъ на это отвѣтить. Олово плавится при 235°. Что же произойдетъ, если къ расплавленному олову прибавить воды?

Ученикъ. Она начнетъ кипѣть. Теперь понимаю: вода обращается въ паръ и раздуваетъ жидкій металлъ.

Учитель. Вѣрно. Послѣдній затѣмъ затвердѣваетъ, лишь только придетъ въ соприкосновеніе съ остальной водой.—Что ты можешь сказать о ртути.

Ученикъ. Ртуть жидка при обыкновенной температурѣ.

Учитель. Это единственный металлъ, обладающій подобнымъ свойствомъ. Но это не единственный жидкій элементъ, такъ какъ и бромъ при комнатной температурѣ жидокъ.—Серебро ты знаешь?

Ученикъ. Да, по серебрянымъ монетамъ и ложкамъ.

Учитель. Ртуть и серебро причисляютъ къ благороднымъ металламъ, какъ и золото и платину изъ слѣдующей группы.

Ученикъ. Почему ихъ такъ называютъ? Потому что они дороги?

Учитель. Не потому, собственно, ибо есть еще другіе рѣдкіе элементы, которые стоятъ еще дороже и все-таки не называются благородными. Нѣтъ, ихъ называютъ так

потому, что они даже при высокой температурѣ остаются блестящими, не темнѣютъ и не теряютъ своей красоты, какъ другіе металлы.

Ученикъ. А почему послѣдніе тускнѣютъ?

Учитель. На этотъ вопросъ ты долженъ самъ отвѣтить. Я вѣдь говорилъ уже тебѣ, что происходитъ съ желѣзомъ, если его нагрѣть въ воздухѣ.

Ученикъ. Да, оно соединяется съ кислородомъ; то же происходитъ и съ остальными металлами. А развѣ благородные металлы не могутъ образовать соединеній съ кислородомъ?

Учитель. Ихъ окислы тоже извѣстны; но послѣдніе обладаютъ свойствомъ распадаться при нагрѣваніи на металлъ и кислородъ. Я уже указывалъ тебѣ раньше на подобное свойство ртути.

Ученикъ. Ахъ, да! Значитъ, они не образуютъ при высокой температурѣ окисловъ, потому что послѣдніе тотчасъ должны были бы распасться.

Учитель. Чтобы получить соединенія этихъ металловъ съ кислородомъ, необходимо затратить большую работу, и однимъ нагрѣваніемъ эту работу нельзя совершить.

Ученикъ. Развѣ благородные металлы не образуютъ никакихъ соединеній?

Учитель. Нѣтъ, они образуютъ различныя соединенія, но лишь съ такими веществами, которыя при этомъ отдаютъ имъ часть работы. Для серебра и ртути такимъ веществомъ является, напримѣръ, сѣра.

Ученикъ. Можно посмотрѣть, какъ получаются подобныя соединенія?

Учитель. Конечно. Я беру каплю ртути и растираю ее въ фарфоровой ступкѣ съ небольшимъ количествомъ сѣры. Что ты видишь?

Ученикъ. Вся масса чернѣетъ; она превратилась теперь въ тонкій черный порошокъ, похожій на сажу. Что это такое?

Учитель. Это—соединеніе сѣры съ ртутью. Такимъ же образомъ можно получить соединеніе сѣры съ сере-

бромъ. Попробуй растирать пробкой сѣру на серебряной монетѣ.

Ученикъ. Серебро становится коричневымъ и темно-сѣрымъ.

Учитель. Получается соединеніе сѣры съ серебромъ.— Оба эти металла соединяются непосредственно съ хлоромъ, бромомъ и іодомъ.

Ученикъ. Значитъ, по отношенію къ этимъ элементамъ они оказываются неблагородными?

Учитель. Да. Но золото и платина оказываются болѣе благородными металлами: они не соединяются при растираніи съ сѣрой.

Ученикъ. Они вообще не образуютъ соединеній?

Учитель. Нѣтъ, они соединяются съ хлоромъ. Но эти соединенія при нагрѣваніи опять распадаются на элементы, подобно тому, какъ ты это наблюдалъ при окиси ртути. Такъ, на этомъ мы сегодня и покончимъ.

Ученикъ. Однако, химія необычайно обширна!

---

16. Еще о кислородѣ.

Учитель. Сегодня познакомимся съ кислородомъ еще ближе.

Ученикъ. Я уже знаю его.

Учитель. Лишь очень поверхностно, ибо изъ того, что о немъ извѣстно, ты знаешь только ничтожную часть. И то, что я тебѣ сообщу о кислородѣ, есть только часть всего того, что вообще о немъ извѣстно.

Ученикъ. Но ты все это знаешь?

Учитель. Нѣтъ. Я не думаю, чтобы одинъ человѣкъ могъ знать дѣйствительно все, что извѣстно о кислородѣ.

Ученикъ. Я этого не понимаю. Разъ ни одинъ человѣкъ не знаетъ этого, слѣдовательно, это неизвѣстно!

Учитель. Одинъ знаетъ одно, другой—другое, такъ что по частямъ все это извѣстно каждому отдѣльному человѣку, но всего ни одинъ человѣкъ не знаетъ. Кромѣ того, все это указано въ книгахъ и потому доступно каждому, кто нуждается въ этихъ свѣдѣніяхъ. Время отъ времени находится такой человѣкъ, который собираетъ весь этотъ матеріалъ и излагаетъ его въ особой книгѣ съ той цѣлью, чтобы облегчить другимъ трудъ отыскиванія необходимаго. Но онъ можетъ это сдѣлать только въ извлеченіи; поэтому каждый, кто желаетъ, по какой-либо причинѣ, имѣть болѣе точныя и подробныя свѣдѣнія по данному предмету, долженъ самъ просмотрѣть тѣ книги или пріобрѣсти нужныя знанія изъ ряда опытовъ.

Ученикъ. А развѣ все вѣрно, что написано въ книгахъ?

Учитель. По большей части; и если что оказывается ложнымъ, то это не есть умышленный обманъ, но указываетъ лишь на то, что составитель по какой-либо причинѣ самъ впалъ въ ошибку. Именно то и замѣчательно и дорого въ научной литературѣ, что почти каждая буква въ ней служитъ выраженіемъ честной мысли.

Ученикъ. Но если кто-нибудь ошибется и повторитъ эту ошибку въ книгѣ, то эта ошибка такъ и останется на будущее время?

Учитель. Лишь до той поры, пока эта ошибка не окажется въ противорѣчіи съ какимъ-либо, вновь открытымъ фактомъ. Тогда смотрятъ, на чьей сторонѣ правда, и, въ большинствѣ случаевъ, удается даже указать, чѣмъ была вызвана прежняя ошибка. Но теперь обратимся опять къ кислороду. Ты помнишь, какъ мы его приготовляли?

Ученикъ. Да, изъ какой-то бѣлой соли. Какъ она называется?

Учитель. Хлорноватокислый калій. Почти двѣ пятыхъ его вѣса приходится на долю кислорода, который уже при умѣренномъ нагрѣваніи легко выдѣляется, особенно, если къ соли прибавить немного окиси желѣза или браунштейна.

Ученикъ. Ты уже говорилъ мнѣ объ этомъ раньше (стр. 71). Но это такъ замѣчательно, что я охотно посмо-

трѣлъ бы, какимъ образомъ окись желѣза облегчаетъ выдѣленіе кислорода. Можетъ-быть, ты покажешь?

Учитель. Охотно. Я расплавлю немного хлорноватокислаго калія въ пробиркѣ. Что ты видишь?

Ученикъ. Онъ плавится. Теперь сталъ прозрачепъ какъ вода, и въ немъ поднимаются маленькіе пузырьки.

Учитель. Это — слѣды кислорода. Теперь я удаляю пробирку съ огня и всыпаю немного окиси желѣза.

Ученикъ. Онъ вспѣнивается подобно зельтерской водѣ. Развѣ соль вачала кипѣть?

Учитель. Нѣтъ, это сразу образовалось много кислорода. Если я поднесу къ пробиркѣ тлѣющую лучинку, то послѣдняя вспыхиваетъ. Этимъ способомъ, ты зваешь, доказывается присутствіе кислорода. Ты видишь, что расплавленная соль хотя и остыла немного, когда я снялъ ее съ огня, но послѣ прибавленія окиси желѣза выдѣленіе кислорода изъ нея стало происходить быстрѣе.

Ученикъ. Это дѣйствительно замѣчательно. Какъ это происходить?

Учитель. Дѣйствіе окиси желѣза можно сравнить съ дѣйствіемъ масла на заржавѣвшую машину, или съ дѣйствіемъ кнута на лошадь.

Ученикъ. Я этого не понимаю.

Учитель. Да, это судьба многихъ. Дѣло въ томъ, что многія химическія превращенія, протекающія сами по себѣ довольно медленно, можно ускорить, если къ взаимодѣйствующимъ веществамъ прибавить немного другихъ веществъ, которыя не претерпѣваютъ при этомъ замѣтнаго измѣненія. Изслѣдованіе вопроса, на чемъ собственно основано это ускоряющее вли, какъ его называютъ, каталитическое дѣйствіе, представляетъ еще задачу для научнаго наслѣдованія, и, можетъ-быть, уже черезъ нѣсколько лѣтъ будетъ сдѣлано въ этомъ направленіи такъ много новаго, что я буду въ состояніи дать тебѣ простое объясненіе. А пока мы можемъ пользоваться этимъ свойствомъ веществъ, какъ вспомогательнымъ средствомъ.

Ученикъ. Когда я буду обладать достаточными знаніями, я тоже попробую выяснить каталитическое дѣйствіе!

Учитель. Это хорошее намѣреніе.—Но приступимъ къ полученію кислорода. Ты уже знаешь изъ прежняго, какъ его собираютъ. Я поставлю пока бутылку съ водой рядомъ: пусть выдѣляющійся кислородъ вытѣснитъ сначала воздухъ.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ часть кислорода теряется напрасно.

Учитель. Съ этимъ ничего не подѣлаешь: когда желаешь получить чистый кислородъ, то приходится частью его пожертвовать. Ты будешь постоянно наталкиваться на такіе примѣры. Я начинаю подогрѣвать, и ты видишь, что очень скоро начинаютъ выдѣляться пузырьки изъ газоотводной трубки. Такъ, теперь поставь бутылку на подставку. Будь остороженъ при этомъ и смотри, чтобы горлышко все время оставалось въ водѣ, иначе можетъ попасть въ бутылку воздухъ.

Ученикъ. Какъ быстро началъ выдѣляться кислородъ!

Учитель. Да, лучше убрать огонь на нѣкоторое время.—Наполни пока еще одну пустую бутылку водой и держи ее наготовѣ.

Ученикъ. Какъ же ее перевернуть, чтобы вода не вытекла?

Учитель. Накрой отверстіе большимъ пальцемъ.

Ученикъ. Мой палецъ слишкомъ узокъ!

Учитель. Тогда накрой ладонью, или возьми кусокъ картона, или жести, или что-нибудь ровное; лучше всего—подходящую пробку.

Ученикъ. Первая бутылка уже наполнилась кислородомъ.

Учитель. Я закупориваю ее подъ водой пробкой и могу теперь вынуть и отставить.

Ученикъ. Почему ты стазишь ее вверхъ дномъ?

Учитель. Обыкновенно пробка закупориваетъ не особенно плотно, въ такомъ случаѣ слой воды устраняетъ этотъ недостатокъ. Скоро и вторая бутылка наполнится. Приготовь еще нѣсколько бутылокъ!

Ученикъ. Я не предполагалъ, что въ такомъ небольшомъ количествѣ соли можетъ заключаться такъ много ки-

слорода. Скоро наполнится шестая бутылка. Но вотъ—выдѣленіе кислорода уже прекратилось.

Учитель. Вѣрно. Теперь необходимо вынуть изъ воды газоотводную трубку; въ противномъ случаѣ, при охлажденіи въ нее можетъ втянуть воду, и нашъ приборъ треснетъ, если вода попадетъ на горячее стекло.

Ученикъ. О чемъ только ни приходится думать!

Учитель. Въ томъ и состоитъ искусство экспериментированія, что въ концѣ концовъ привыкаешь не задумываться особенно надъ такими вещами, а продѣлываешь ихъ совершенно машинально. Теперь продѣлаемъ то, что̀ пришлось отложить въ прошлый разъ: вычислимъ плотность кислорода.

Ученикъ. Вычислимъ? Но сначала надо произвести соотвѣтствующія измѣренія.

Учитель. Измѣренія сдѣланы. Для полученія кислорода было взято 10 гр. хлорноватокислаго калія; въ нихъ содержится около 4 гр., точнѣе 3,9 гр., кислорода. Вмѣстимость каждой нашей бутылки равняется $^1/_2$ литру, или 500 куб. сант., какъ ты это видишь по числу 500, выгравированному на стеклѣ. Значитъ, мы получили немного менѣе 3 литровъ кислорода, а каждый литръ вѣситъ 1,3 гр., или каждый кубическій сантиметръ—0,0013 гр. Слѣдовательно (стр. 45), плотность кислорода равна 0,0013.

Ученикъ. Я не думалъ, что это такъ легко сдѣлать.

Учитель. Мы сдѣлали это довольно легко, но неточно. Я хотѣлъ только указать тебѣ тотъ путь, которымъ можно получать подобныя величины, но не намѣревался дать тебѣ образецъ того, какъ производятъ дѣйствительныя измѣренія.

Ученикъ. Вотъ еще что: ты сказалъ уже, что изъ 10 гр. хлорноватокислаго калія на долю кислорода праходится 3,9 гр., но не объяснилъ мнѣ, какъ это опредѣлить.

Учитель. Это легко сдѣлать: стоитъ только взвѣсить пробирку съ хлорноватокислымъ каліемъ до и послѣ нагрѣванія.

Ученикъ. Такъ, понимаю; уменьшеніе въ вѣсѣ равно вѣсу выдѣлившагося кислорода.

Учитель. Да, ты примѣняешь въ данномъ случаѣ законъ сохраненія вѣса.

Ученикъ. Значитъ, я воспользовался здѣсь, самъ того не зная, закономъ природы. Зачѣмъ же тогда выводить и изучать законы природы, если и безъ того можно правильно примѣнять ихъ?

Учитель. Такое удачное примѣненіе — случайность, нотакъ же легко можно сдѣлать и неправильное примѣненіе. Чтобы оградить себя отъ этого, необходимо точно выразить законъ и сознательно его примѣнять. Теперь это кажется тебѣ труднымъ; позднѣе, если мое преподаваніе дастъ положительные результаты, ты будешь каждый разъ, когда придется знакомиться съ чѣмъ-нибудь новымъ, испытывать потребность разсматривать это новое какъ частный случай того или другого закона природы.

Ученикъ. Не знаю, достигну ли я этого.

Учитель. А пока, мы все еще имѣемъ дѣло съ кислородомъ. Не замѣтилъ ли ты чего-либо особеннаго, когда мы собирали кислородъ надъ водой?

Ученикъ. Я не знаю, кажется, ничего...

Учитель. Пузырьки кислорода поднимались въ водѣ, не уменьшаясь въ объемѣ. Это — признакъ того, что кислородъ въ водѣ нерастворимъ или растворимъ очень мало.

Ученикъ. Развѣ газы могутъ растворяться въ водѣ?

Учитель. Конечно! Примѣромъ можетъ служить зельтерская вода. Она прозрачна, пока находится въ бутылкѣ; но если ты ее выльешь, то изъ нея выдѣляется большое количество газа, который раньше былъ въ ней растворенъ.

Ученикъ. Да, я видѣлъ это. Но почему при выливаніи газъ выдѣляется?

Учитель. Растворимость газовъ въ водѣ и другихъ жидкостяхъ тѣмъ больше, чѣмъ сильнѣе давленіе. Въ бутылкѣ растворъ находится подъ довольно большимъ давленіемъ; когда открываютъ бутылку, давленіе уменьшается, и растворенный газъ стремится наружу.

Ученикъ. Теперь понимаю, почему раздается такой трескъ при откупориваніи зельтерской воды, и почему она вспѣнивается. Какой же это газъ?

Учитель. Это — двуокись углерода, тотъ самый газъ, который образуется при горѣніи угля въ воздухѣ или въ кислородѣ. Мы послѣ познакомимся съ нимъ.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ можно и дымомъ насыщать зельтерскую воду?

Учитель. Это не годится, потому что въ дымѣ газъ смѣшанъ съ большимъ количествомъ азота изъ воздуха и, кромѣ того, онъ содержитъ еще непріятно-пахнущіе продукты горѣнія угля.

Ученикъ. Я вѣдь сказалъ это ради шутки.

Учитель. Къ этому вопросу можно отнестись совершенно серьезно. Если бы двуокись углерода была веществомъ дорого стоящимъ, тогда постарались бы выдѣлить ее изъ дыма и очистить. Но такъ какъ подобное выдѣленіе стоитъ нѣкоторыхъ усилій и денегъ, то сначала ставятъ себѣ такой вопросъ: нельзя ли получить то же вещество болѣе легкимъ и дешевымъ способомъ? Только при удачномъ разрѣшеніи этого вопроса и становится возможнымъ существованіе большей части химической промышленности.—Но вернемся къ кислороду. Онъ очень мало растворимъ въ водѣ. Въ то время какъ вода растворяетъ равное своему объему количество двуокиси углерода, кислородъ она поглощаетъ всего въ количествѣ разномъ $^1/_{50}$ объема.

Ученикъ. А если увеличить давленіе?

Учитель. Остается то же самое отношеніе. Если увеличить давленіе, то въ данный объемъ входитъ больше газа, а соотвѣтственно этому вода растворяетъ газа на столько же больше. Напротивъ, отношеніе мѣняется съ перемѣной температуры: чѣмъ выше температура, тѣмъ меньше растворяется газа. Скажи, что́ наблюдается, если оставить въ комнатѣ свѣжую колодезную воду на болѣе или менѣе продолжительное время?

Ученикъ. Ты разумѣешь маленькіе пузырьки воздуха, которые отлагаются по стѣнкамъ сосуда?

Учитель. Да. Когда холодная вода, насыщенная газами, нагрѣется, то часть газа должна выдѣлиться; онъ выступаетъ въ видѣ пузырьковъ, которые постепенно увеличиваются и наконецъ отдѣляются отъ стѣнокъ и поднимаются на поверхность. До сихъ поръ мы изучали свойства кислорода въ томъ его состояніи, когда онъ находится обособленнымъ въ бутылкѣ и затѣмъ соединяется съ другими веществами. Теперь ознакомимся съ атмосфернымъ кислородомъ.

Ученикъ. Это любопытно.

Учитель. Ты знаешь, что онъ является составной частью воздуха и притомъ—дѣятельной. Другая составная часть называется азотомъ *), потому что въ ней не могутъ жить животныя: они задыхаются, да и пламя не можетъ горѣть — оно гаснетъ. Такъ какъ воздухъ проникаетъ всюду, то и кислородъ встрѣчается повсюду и можетъ вездѣ соединяться съ веществами, съ которыми приходитъ въ соприкосновеніе. И такъ обстоитъ дѣло съ тѣхъ поръ, какъ наша земля находится въ условіяхъ, подобныхъ современнымъ, слѣдовательно, многія, многія тысячелѣтія. Вслѣдствіе этого, повсюду на землѣ находятся соединенія другихъ элементовъ съ кислородомъ. Большинство окружающихъ насъ веществъ содержитъ въ себѣ кислородъ. Соединенія другихъ элементовъ съ кислородомъ называютъ окислами (oxyde).

Ученикъ. Откуда происходитъ это названіе?

Учитель. Отъ названія oxigenium, которое дали раньше кислороду. Это слово взято изъ греческаго языка и означаетъ то же самое, что и русское слово кислородъ.

Ученикъ. Но почему вообще ему дали такое странное названіе? Вѣдь онъ не киселъ?

Учитель. Онъ встрѣчается во многихъ кислыхъ веществахъ. Прежде думали, что его присутствіе обусловливаетъ собой кислыя свойства этихъ веществъ, но позднѣе такой взглядъ былъ признанъ ошибочнымъ.

Ученикъ. Почему же тогда сохранили это ложное названіе?

---

*) Отъ греческаго слова ἀ—не и ζάω—живу. *Прим. пер.*

Учитель. Объ этомъ уже больше не думаютъ, и, кромѣ того, оно не приноситъ никакого вреда. Но перейдемъ отъ названій къ дѣлу. Ты знаешь, что, сжигая горючіе матеріалы, мы не только нагрѣваемъ зимой наши жилища, но также приводимъ этимъ способомъ въ движеніе наши машины, передвигаемъ тяжести, короче,—производимъ почти всю нужную намъ работу. Горѣніе есть соединеніе кислорода съ горючимъ матеріаломъ. Какимъ же образомъ процессъ горѣнія даетъ возможность совершать работу?

Ученикъ. О, я знаю это изъ прежнихъ уроковъ (стр. 76). Горѣніе есть такое химическое явленіе, при которомъ освобождается работа, или энергія.

Учитель. Мнѣ пріятно, что ты это запомнилъ. Въ награду за это я задамъ тебѣ интересную загадку: почему не сгораетъ нашъ уголь, хранящійся въ сараѣ?

Ученикъ. Потому что мы его не зажгли тамъ.

Учитель. А что значитъ—зажечь?

Ученикъ. Это значитъ—надо поднесть къ углю другое горящее вещество и держать его возлѣ, пока не воспламенится уголь.

Учитель. Этотъ отвѣтъ долженъ тебѣ самому казаться неудовлетворительнымъ. Развѣ небезразлично для угля, что продѣлываютъ другія вещества рядомъ съ нимъ?

Ученикъ. Такъ!.. Да, постой, я знаю. Благодаря этому уголь нагрѣвается и начинаетъ горѣть.

Учитель. Вотъ, правильно. Слѣдовательно, горячій уголь можетъ соединяться съ кислородомъ, холодный—не можетъ; поэтому уголь горитъ въ печкѣ, а въ сараѣ не горитъ. Но вотъ что я тебѣ скажу. Нерѣдко случается, что уголь, сложенный въ большія груды, загорается самъ-собой, когда никто и не думаетъ его поджигать. Такая груда постепенно все сильнѣе и сильнѣе разогрѣвается внутри, и если ее своевременно не разбросать и тѣмъ самымъ не охладить, то, въ концѣ концовъ, она начинаетъ горѣть.

Ученикъ. Я этого не понимаю. Откуда же берется теплота?

Учитель. Вопросъ поставленъ правильно. Она образуется вслѣдствіе горѣнія угля.

Ученикъ. Но вѣдь горѣніе начинается послѣ!

Учитель. Нѣтъ, уголь горитъ все время. Но при низкой температурѣ горѣніе происходитъ такъ медленно, что нагрѣваніе при этомъ бываетъ очень незначительное, поэтому не бываетъ замѣтно ни тлѣнія, ни дыма. Когда же уголь сложенъ въ груду, и разсѣяніе теплоты затруднено, тогда температура постепенно повышается. Въ силу этого горѣніе начинаетъ происходить быстрѣе, температура становится еще выше, и наконецъ доходитъ до того, что уголь начинаетъ тлѣть, и вспыхиваетъ пламя.

Ученикъ. Я не могу себѣ представить, что уголь въ сараѣ дѣйствительно горитъ.

Учитель. Я напомню тебѣ еще кое-что другое. Что произойдетъ со стволомъ дерева, если ты оставишь его лежать на воздухѣ?

Ученикъ. Ничего не произойдетъ.

Учитель. Нѣтъ, это невѣрно. Если дерево будетъ долго лежать, то оно истлѣетъ. Ты знаешь, что это значитъ?

Ученикъ. Дерево становится дряблымъ и легкимъ.

Учитель. Такъ. При этомъ его становится меньше, и наконецъ оно совершенно исчезаетъ.

Ученикъ. Куда оно дѣвается?

Учитель. Оно сгораетъ. Если дерево оградить отъ доступа воздуха, то оно не будетъ подвергаться такимъ превращеніямъ.

Ученикъ. Но какъ же можно называть горѣніемъ такое явленіе, которое не сопровождается появленіемъ пламени?

Учитель. Горѣніемъ въ химическомъ смыслѣ называется соединеніе съ кислородомъ—безразлично, сопровождается оно пламенемъ, или нѣтъ. А появленіе пламени, и вообще процессъ раскаливанія, зависитъ отъ того, поднялась температура до необходимаго минимума въ 500°, или нѣтъ: ниже этой точки тѣла не раскаливаются, потому что не испускаютъ свѣта. Но такое повышеніе температуры не зависитъ отъ химическаго превращенія, а лишь отъ того, концентрируется ли въ достаточной степени теплота.

Ученикъ. И много различныхъ веществъ можетъ такъ горѣть безъ огня и теплоты?

Учитель. Очень много. Но всѣ такія «темныя горѣнія» обязательно сопровождаются выдѣленіемъ теплоты. Они развиваютъ такое же точно количество теплоты, какое выдѣлилось бы при горѣніи, сопровождающемся пламенемъ. Все должно сводиться лишь къ тому, чтобы въ обоихъ случаяхъ начальная и конечная стадіи горѣнія были соотвѣтственно тождественны; тогда и количество развивающейся теплоты будетъ одинаково, независимо отъ продолжительности самого процесса.

Ученикъ. Почему же печь становится теплѣе, когда уголь горитъ сильно?

Учитель. Данное количество угли всегда выдѣляетъ одно и то же количество теплоты. Но если ты въ опредѣленное количество времени сожжешь больше угля, то этимъ самымъ ты сообщишь печи больше теплоты, и потому она будетъ теплѣе.

Ученикъ. Я все еще не могу это хорошо усвоить.

Учитель. Съ одной стороны, печь, благодаря горѣнію угля, получаетъ теплоту, съ другой—теряетъ, согрѣвая комнату. Получается нѣчто подобное тому, какъ если бы ты сталъ вливать воду въ ведро съ отверстіемъ въ дне. Чѣмъ скорѣе вливается вода, тѣмъ выше ея уровень въ ведрѣ; но онъ не зависитъ отъ общаго количества воды, которое ты вливаешь.

Ученикъ. Такъ, теперь я понялъ. Значитъ, въ случаѣ съ истлѣвшимъ деревомъ, если можно такъ выразиться, вода настолько медленно вливается въ ведро, что вообще ея нельзя замѣтить. Но какъ можно знать, что здѣсь образуется столько же теплоты, какъ и при обыкновенномъ горѣніи?

Учитель. Это вытекаетъ изъ слѣдующаго закона: энергія никогда не пропадаетъ и не творится вновь. Это положеніе было изслѣдовано и доказано въ такой массѣ единичныхъ случаевъ, что его можно спокойно принять и для всѣхъ тѣхъ случаевъ, для которыхъ оно еще не было до сихъ поръ доказано.

Ученикъ. Но вѣдь возможно, что оно, въ концѣ концовъ, окажется ложнымъ.

Учитель. Конечно, возможно. Но въ такомъ случаѣ примѣненіе его неминуемо приведетъ къ противорѣчивымъ показаніямъ по отношенію къ другимъ фактамъ, и тогда ошибка будетъ скоро обнаружена.—Что тебѣ извѣстно о значеніи воздуха для животныхъ?

Ученикъ. Они не могутъ жить безъ воздуха. Поэтому я всегда дѣлаю отверстіе въ бумажкахъ, которыми обвязываю стклянки съ гусеницами.

Учитель. Но въ стклянкахъ и безъ того есть уже воздухъ. Отверстія, повидимому, являются лишними.

Ученикъ. Животнымъ постоянно необходимъ свѣжій воздухъ.

Учитель. Почему?

Ученикъ. Я такъ училъ. И человѣку, чтобы быть здоровымъ, тоже нуженъ свѣжій воздухъ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Здѣсь дѣло сводится къ тому, чтобы животныя и человѣкъ получали достаточное количество кислорода. Дыханіе состоитъ въ томъ, что кислородъ воздуха поступаетъ въ легкія, здѣсь усваивается кровью и затѣмъ разносится по всѣмъ частямъ тѣла.

Ученикъ. Для чего же онъ тамъ нуженъ?

Учитель. Для сожженія тѣла.

Ученикъ. Ты шутишь?

Учитель. Нѣтъ, я говорю серьезно. Въ тѣлѣ происходитъ какъ разъ то самое, о чемъ я тебѣ раньше говорилъ, разсказывая объ углѣ въ сараѣ и объ истлѣвшемъ деревѣ: ткани тѣла соединяются съ кислородомъ, но во всякомъ случаѣ не такъ быстро, какъ горящее дерево.

Ученикъ. Можетъ-быть, отъ этого и зависитъ теплота тѣла?

Учитель. Совершенно вѣрно. Мертвый человѣкъ уже не дышитъ болѣе, а потому и тѣло его становится холоднымъ. Но горѣніе служитъ не только для поддержанія теплоты. Тѣло производитъ механическую работу, которая тоже не можетъ возникнуть изъ ничего и должна быть достав-

лена организму въ той или иной формѣ энергіи. Эта работа, или энергія, и доставляется путемъ горѣнія.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, мое и твое тѣло давно должны были бы сгорѣть!

Учитель. Да, если бы мы не вводили въ него постоянно вое новые запасы горючаго матеріала, т.-е. пищи.

Ученикъ. Стало-быть, я могъ бы питаться дровами и углемъ!

Учитель. Да, если бы ты могъ ихъ переваривать, т.-е. если бы твой желудокъ былъ въ состояніи переводить эти вещества въ растворимыя соединенія, которыя затѣмъ разносились бы соками тѣла въ различныя части его, гдѣ могли бы соединяться съ кислородомъ. Впрочемъ, коровы могутъ переваривать и дерево, если его приготовить въ хорошо измельченномъ видѣ. Вещества, изъ которыхъ состоятъ трава и сѣно, не особенно сильно отличаются отъ составныхъ частей дерева.

Ученикъ. А гдѣ же сгораютъ пищевые продукты,—въ легкихъ?

Учитель. Ты такъ полагаешь только потому, что воздухъ при дыханіи попадаетъ въ легкія? Нѣтъ, кислородъ воздуха поглощается въ легкихъ кровью и доставляется по кровеноснымъ сосудамъ въ ткани тѣла. Онъ встрѣчается здѣсь съ растворенными веществами пищи и сжигаетъ ихъ. Впрочемъ, пищевые продукты имѣютъ еще другое назначеніе: они возобновляютъ и замѣняютъ использованныя части тѣла. Если сравнить тѣло съ паровой машиной, то пищу слѣдуетъ признать не только углемъ, который идетъ для топки, но также тѣмъ матеріаломъ, который служитъ для починки машины.

Ученикъ. И у всѣхъ животныхъ это такъ, или только у теплокровныхъ?

Учитель. Ты думаешь, что холоднокровнымъ животнымъ не надо этого, потому что въ нихъ не развивается теплота? Это было бы невѣрно, ибо они всегда немного теплѣе окружающей ихъ среды, и всѣ они также дышатъ. Всѣ животныя уже по одному тому только нуждаются въ

пищѣ и кислородѣ, что они, помимо теплоты, должны еще совершать различную работу, напр., движеніе.

Ученикъ. Но растенія не двигаются; какъ это у нихъ?

Учитель. Растенія развиваются при совершенно исключительныхъ условіяхъ, которыя были бы для тебя не совсѣмъ понятны. Въ свое время мы еще вернемся къ нимъ; тогда ты будешь въ состояніи обнять этотъ вопросъ во всей его совокупности.

Ученикъ. Сегодня былъ очень интересный урокъ!

---

17. Водородъ.

Учитель. Сегодня побесѣдуемъ о водородѣ. Помнишь, почему онъ такъ называется?

Ученикъ. Потому что онъ находится въ водѣ.

Учитель. Ты выразился не совсѣмъ удачно. Водородъ называется такъ потому, что его можно получить изъ воды. Водородъ есть составная часть воды. Какія еще составныя части содержитъ вода?

Ученикъ. Ты, кажется, говорилъ—кислородъ.

Учитель. Совершенно вѣрно! Вода состоитъ изъ водорода и кислорода; это значитъ, что воду можно приготовить изъ этихъ двухъ элементовъ, а также — оба эти элемента изъ воды. Какъ ты думаешь, какимъ образомъ можно получить водородъ изъ воды?

Ученикъ. Я не знаю навѣрно. Можетъ-быть, возможно нагрѣть воду такъ, что она разложится на оба элемента такъ же, какъ окись ртути распадается на свои составныя части.

Учитель. Это—хорошая мысль. Но ты знаешь уже, что получается изъ воды при нагрѣваніи.

Ученикъ. Да,—паръ.

Учитель. Вѣрно! Но паръ есть особая форма состоянія воды.

Ученикъ. Можетъ-быть, слѣдуетъ сильнѣе нагрѣть.

Учитель. Ты угадалъ. Если вары воды нагрѣть очень сильно, то вода отчасти распадается на кислородъ и водородъ. Но если полученную смѣсь опять охладить, то составныя части соединятся и опять получится вода; и только особыми пріемами можно доказать, что разложеніе имѣло мѣсто. Однако, этимъ способомъ мы получили бы смѣсь изъ кислорода и водорода, такъ какъ оба элемента газы, а изъ такой смѣси довольно трудно выдѣлить оба вещества въ чистомъ видѣ.

Ученикъ. Надо постараться какъ-нибудь удержать кислородъ. Нельзя ли превратить его въ жидкость, какъ ртуть при разложеніи ея окиси?

Учитель. Да, но для этого пришлось бы охладить смѣсь ниже—180° С. Во всякомъ случаѣ, это очень неудобный путь. Я укажу тебѣ другой: мы отдѣлимъ кислородъ не самъ по себѣ, но соединивъ его съ какимъ-либо другимъ элементомъ, при чемъ выберемъ такой элементъ, чтобы новое соединеніе не было летуче.

Ученикъ. Я не совсѣмъ понимаю.

Учитель. Я объясню тебѣ это на примѣрѣ. Мы пропускаемъ пары воды надъ раскаленнымъ желѣзомъ. Ты знаешь, что желѣзо охотно соединяется съ кислородомъ.

Ученикъ. Да, помню, оно соединяется съ образованіемъ такихъ красивыхъ звѣздочекъ!

Учитель. Желѣзо дѣйствуетъ на водяной паръ такимъ образомъ, что кислородъ присоединяется къ нему и превращаетъ его въ окись желѣза, а водородъ остается. Окись желѣза и при температурѣ накаливанія остается твердой и, слѣдовательно, остается тамъ, гдѣ находилось желѣзо. Водородъ же, какъ газъ, проходитъ дальше. Его можно собрать, какъ кислородъ, надъ водой.

Ученикъ. Мнѣ все еще представляется это очень страннымъ.

Учитель. Я передамъ то же самое иносказательно. Пусть кислородъ будетъ костью, которой завладѣла кошка—водородъ. Затѣмъ является собака—желѣзо и отнимаетъ у

кошки кость; тогда кошкѣ—водороду остается убѣжать безъ кости.

Ученикъ. Значитъ, желѣзо сильнѣе водорода и потому отвимаетъ у него кислородъ!

Учитель. Приблизительно такъ представляли себѣ это прежніе химики, и ты тоже можешь пока удовлетвориться подобнымъ представленіемъ. Позднѣе, когда твое знакомство съ химіей будетъ обстоятельнѣе, тогда ты получишь и болѣе опредѣленное представленіе о подобныхъ явленіяхъ.

Ученикъ. А можно будетъ видѣть этотъ опытъ?

Учитель. Его не особенно легко выполнить, такъ какъ нуженъ довольно сильный жаръ. Лучше всего наполнить желѣзную трубку обрѣзками желѣзной проволоки, раскалить ее въ средней части и пропускать чрезъ нее паръ изъ колбы съ кипящей водой. Къ противоположному концу трубки прикрѣпляется стеклянная газоотводная трубка, свободный конецъ которой подводится въ водѣ подъ горлышко перевернутой бутылки. Тогда пузырьки газа, подобно тому, какъ мы это продѣлали съ кислородомъ, будутъ подниматься и заполнять бутылку.

Ученикъ. Жаль, что я не могу этого увидѣть.

Учитель. Я покажу зато другой опытъ въ томъ же родѣ. Ты помнишь, навѣрно, что въ поваренной соли находится металлическій элементъ, называемый натріемъ Здѣсь у меня имѣется небольшой кусокъ его. Я уже показывалъ тебѣ, какъ легко онъ соединяется при обыкновенной температурѣ съ кислородомъ и отнимаетъ его также отъ воды. Теперь я беру кусочекъ натрія величиной съ горчичное зерно, обертываю его клочкомъ фильтровальной бумаги и при помощи щипцовъ подвожу его подъ погруженный въ воду конецъ пробирки (рис. 23).

Ученикъ. Но вѣдь натрій выскочитъ изъ бумаги! Онъ повидимому, даже заквпѣлъ, а въ пробиркѣ собирается нѣчто похоже на воздухъ.

Учитель. Натрій производитъ то же дѣйствіе, какъ и желѣзо, но уже при обыкновенной температурѣ и гораздо быстрѣе. Онъ соединяется съ кислородомъ воды, а водородъ становится свободнымъ.

Ученикъ. Но для чего ты завернулъ его въ бумагу?

Учитель. Безъ бумаги едва ли удалось бы мнѣ подвести его подъ пробирку, такъ какъ онъ тотчасъ выскользнулъ бы изъ щипцовъ, потому что онъ разогрѣвается при этомъ и плавится. Такъ какъ мы получили не очень много водороднаго газа, то повторю опытъ еще разъ, при чемъ обращаю твое вниманіе на то, какъ натрій прыгаетъ по поверхности воды въ видѣ жидкаго шарика.

Ученикъ. Почему же ты не взялъ сразу больше натрія?

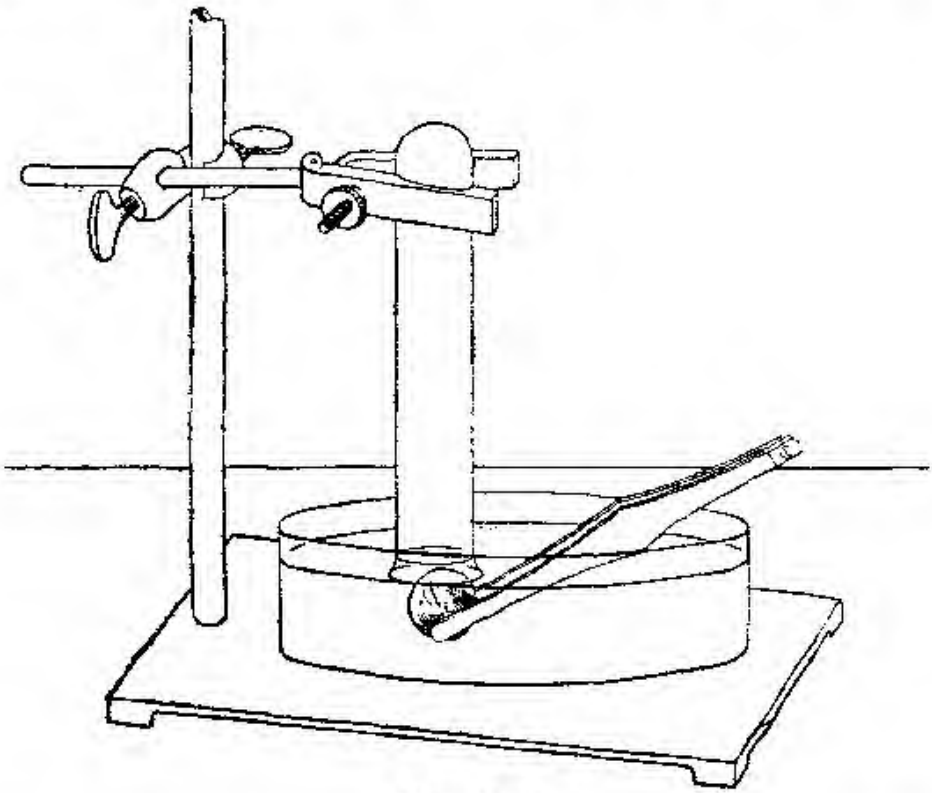

Рис. № 23.

Учитель. Потому что этотъ опытъ не всегда бываетъ безопасенъ, когда берутъ большія количества. Иногда натрій заключаетъ примѣси, которыя производятъ взрывъ. Поэтому всегда слѣдуетъ брать небольшія количества, тогда взрывъ не опасенъ. Запомни это на тотъ случай, если бы ты самъ вздумалъ произвести подобный опытъ.

Ученикъ. Но скажи мнѣ, куда дѣвалось то соединеніе натрія съ кислородомъ, которое должно было образоваться?

Учитель. Правильно! — Его не видно ни на водѣ, ни подъ водой; гдѣ же оно можетъ быть?

Ученикъ. Въ водѣ? Но вода осталась совершенно прозрачной.

Учитель. Совершенно вѣрно. Слѣдовательно, какими свойствами должно обладать полученное соединеніе? Вспомни наши первыя бесѣды о сахарѣ и мѣдномъ купоросѣ!

Ученикъ. Я знаю! Оно растворилось!

Учитель. Совершенно вѣрно. А чтобы убѣдиться въ этомъ, попробуй воду!

Ученикъ. Фу, какъ мыло!

Учитель. Вотъ тебѣ и реакція полученнаго вещества. Но мы займемся имъ позднѣе, а теперь познакомимся ближе съ водородомъ. Какъ онъ выглядитъ?

Ученикъ. Какъ воздухъ.

Учитель. Да, водородъ—безцвѣтный газъ. Теперь, прикрывъ большимъ пальцемъ отверстіе пробирки, я вынимаю ее изъ воды и подношу пламя къ открытому концу. Что ты видишь?

Ученикъ. Водородъ загорѣлся, но пламя очень блѣдно.

Учитель. Да, водородъ — горючій газъ. — Чтобы изучить другія свойства его, намъ слѣдуетъ снова подвести натрій подъ пробирку; но это довольно кропотливая работа. Я покажу лучше другой способъ полученія водорода, которымъ можно получать водородъ въ большомъ количествѣ и гораздо легче. Для этой цѣли мы воспользуемся другими соединеніями водорода, которыя отдаютъ его легче, нежели вода. Такимъ соединеніемъ является соляная кислота, или хлористый водородъ. Оно состоитъ, какъ показываетъ второе названіе, изъ элементовъ хлора и водорода.

Ученикъ. Это тотъ же хлоръ, который находится въ поваренной соли?

Учитель. Конечно, есть только одинъ хлоръ. Здѣсь у меня растворъ хлористаго водорода въ водѣ, который продаютъ въ москотильныхъ лавкахъ подъ названіемъ соляной кислоты.

Ученикъ. Она имѣетъ такой же видъ, какъ вода.

Учитель. Но это не есть вода. Я накапалъ нѣсколько капель ея въ стаканъ и до половины наполнилъ его водой. Попробуй!

Ученикъ. Опять будетъ такой же скверный вкусъ, какъ раньше?

Учитель. Нѣтъ, совсѣмъ другой.

Ученикъ. Да, она имѣетъ кислый вкусъ, но не особенно пріятный, и оставляетъ оскомину.

Учитель. Такъ какъ это соединеніе кисло на вкусъ, то и называется кислотой.

Ученикъ. Почему ты прибавилъ такъ много воды?

Учитель. Потому что крѣпкая соляная кислота ядовита, а разбавленная не ядовита. То, что ты назвалъ оскоминой, происходитъ отъ того раздраженія, которое производитъ соляная кислота на вещество зубовъ и слизистой оболочки рта. Однако, приступимъ къ нашему опыту. Въ этой бутылкѣ находятся обрѣзки цинка, взятыя у жестянника. Я подбираю къ ней пробку съ двумя отверстіями. Чрезъ одно проходитъ до дна бутылки стеклянная трубка съ воронкой на верхнемъ концѣ, черезъ другое — короткая, согнутая подъ прямымъ угломъ трубочка, къ которой я прикрѣпляю при помощи небольшой гуттаперчевой трубочки газоотводную, служившую уже намъ для собиранія кислорода (рис. 24). Я наливаю чрезъ воронку соляной кислоты, и ты уже видишь появленіе газа.

Ученикъ. Ставь же скорѣе бутылку, чтобы собрать его!

Учитель. Нѣтъ, я буду сначала собирать въ пробирку. Вотъ, первая уже полна. Я вынимаю ее и подношу къ пламени. Что происходитъ?

Ученикъ. Ничего. Вѣроятно, это воздухъ изъ бутылки!

Учитель. Вѣрно. Я беру повторную пробу.

Ученикъ. Теперь раздается трескъ и свистъ!

Учитель. Я возьму еще нѣсколько пробъ. Первыя издаютъ еще свистъ, но теперь газъ горитъ совершенно спокойно, подобно водороду, который мы получили при дѣй-

ствіи натрія на воду. Теперь можемъ собирать его въ бутылки, а когда образованіе газа начнетъ замедляться, то стоитъ только прибавить немного соляной кислоты, какъ оно возобновится съ новой силой.

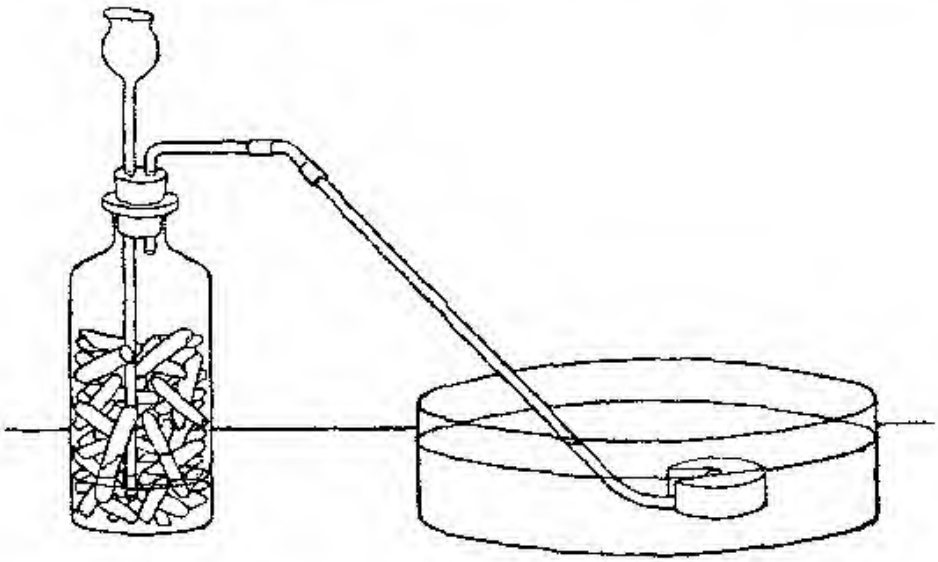

Рис. № 24.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ все это!

Учитель. Охотно. Прежде всего—относительно образованія водорода изъ хлористаго водорода и цинка. Здѣсь происходитъ нѣчто подобное тому, что мы наблюдали при образованіи водорода изъ воды и желѣза. Изъ хлористаго водорода хлоръ охотнѣе переходитъ къ цинку, нежели остается съ водородомъ, и вслѣдствіе этого водородъ освобождается. Удобство этого способа заключается въ томъ, что реакція происходитъ уже при обыкновенной температурѣ, и, кромѣ того, не приходится имѣть дѣла съ такимъ опаснымъ металломъ, какъ натрій.

Ученикъ. Я понимаю это. Но отчего происходитъ трескъ и свистъ?

Учитель. Смотри, здѣсь у меня пробирка, до половины наполненная водой. Я закрываю отверстіе большимъ пальцемъ и погружаю это отверстіе въ воду; пробирка остается до половины наполненной воздухомъ. Вторую половину я наполню теперь водородомъ, который при воспламененіи

уже не издаетъ больше свиста. Если я поднесу пробирку со смѣсью изъ водорода и воздуха къ пламени...

Ученикъ. Вотъ ловко! какъ сильно гремитъ!

Учитель. Ты видишь, смѣсь изъ воздуха и водорода гремитъ, тогда какъ съ чистымъ водородомъ не происходитъ этого. Если такую смѣсь воспламенить въ бутылкѣ, то въ большинствѣ случаевъ она разрываетъ бутылку, и осколки легко могутъ серьезно поранить. Такъ какъ въ нашемъ приборѣ первоначально находился воздухъ, то прежде всего должна была получиться такая опасная смѣсь, и только послѣ того, когда водородъ вытѣснилъ воздухъ, изъ бутылки сталъ выдѣляться чистый водородъ. Поэтому, если пускаютъ въ ходъ такой приборъ для полученія водорода, всегда слѣдуетъ дѣлать такія пробы, какъ ты видѣлъ, и собирать газъ не прежде, чѣмъ онъ начнетъ спокойно горѣть.

Ученикъ. Слѣдовательно, трескъ есть реакція на воздухъ въ водородѣ. Но почему происходитъ такой трескъ?

Учитель. Такъ какъ горючій водородъ уже всюду смѣшался съ кислородомъ, который ему нуженъ для горѣнія, то пламя, разъ оно возникло въ какомъ-либо мѣстѣ, можетъ тотчасъ распространиться по всей массѣ. Если же горить на воздухѣ чистый водородъ, то горѣніе можетъ происходить лишь въ томъ мѣстѣ, гдѣ оба газа соприкасаются другъ съ другомъ. Форма поверхности соприкосновенія будетъ формой пламени. Не можешь ли на основаніи этого сказать мнѣ, почему спокойно горящее пламя, напр., пламя свѣчи принимаетъ форму конуса?

Ученикъ. Дай сообразить. Да, по мѣрѣ того какъ горящій газъ поднимается и сгораетъ, его становится все меньше, и пламя должно становиться все уже.

Учитель. Вѣрно. Но вернемся къ водороду. Я наполняю имъ двѣ пробирки и прикрѣпляю къ штативу одну отверстіемъ вверхъ, другую—внизъ. Въ которой изъ нихъ сохранится водородъ?

Ученикъ. Если ты это спрашиваешь, то, по всей вѣроятности, ужъ не безъ коварной мысли, и вѣрнымъ, будетъ какъ разъ не то, что прежде всего можно было бы допу-

стить. Въ этомъ смыслѣ я и отвѣчу: водородъ останется въ той пробиркѣ, отверстіе которой обращено внизъ.

Учитель. Посмотримъ. Я поднесу къ пламени сначала ту пробирку, отверстіе которой обращено вверхъ, и попробую зажечь содержимое: ничего не выходитъ, и если я опущу въ нее горящую лучинку, то она продолжаетъ въ ней спокойно горѣть; значитъ, въ ней находится воздухъ. Попробуемъ продѣлать то же со второй. Я подношу пробирку въ горизонтальномъ положеніи къ пламени...

Ученикъ. Вѣроятно, въ ней остался водородъ: онъ горитъ и издаетъ свистъ. Это замѣчательно!

Учитель. Вспомни, что я тебѣ говорилъ о плотности водорода?

Ученикъ. Что онъ представляетъ легчайшее изъ всѣхъ веществъ. Но все-же онъ имѣетъ вѣсъ и потому долженъ падать. А, теперь я знаю: онъ легче воздуха и поэтому поднимается въ воздухѣ вверхъ, какъ пробка въ водѣ. Но въ пустомъ пространствѣ онъ долженъ же падать?

Учитель. Да, если бы онъ былъ твердымъ или жидкимъ тѣломъ. Газъ распространяется въ пустомъ пространствѣ до тѣхъ поръ, пока все его равномѣрно не заполнитъ. Понялъ теперь этотъ опытъ?

Ученикъ. Да; водородъ стремится въ воздухѣ подняться вверхъ и, если онъ найдетъ вверху отверстіе, то онъ можетъ это сдѣлать; если же это отверстіе направлено внизъ, то онъ долженъ остаться въ пробиркѣ.

Учитель. Вѣрно. Въ награду за это я покажу тебѣ еще одинъ красивый опытъ, на которомъ ты можешь все это еще лучше провѣрить. Я приготовилъ немного мыльной воды. Затѣмъ приклѣпляю къ прибору для полученія водорода гуттаперчевую трубку съ вставленной въ нее стеклянной трубочкой, въ которую я всунулъ пышвый кусочекъ ваты, и опускаю конецъ въ мыльную воду.

Ученикъ. Приборъ тоже умѣетъ пускать мыльные пузыри!

Учитель. Да. Теперь пущу при помощи его рядъ мыльныхъ пузырей. Они быстро отдѣляются отъ трубки и поднимаются вверхъ, какъ воздушные шары.

Ученикъ. Очень красиво! А для чего ты засунулъ въ трубочку вату?

Учитель. Водородъ уносить съ собой изъ пѣны, которая образуется въ бутылкѣ, безсчисленное множество мельчайшихъ капелекъ кислоты, и если такая капелька коснется мыльнаго пузыря, то послѣдній долженъ разрушиться. Но въ ватѣ капельки задерживаются и не достигаютъ до пузыря.

Ученикъ. А въ цвѣтныхъ резиновыхъ шарахъ, которые продаютъ на ярмаркахъ, тоже содержится водородъ?

Учитель. Да.

Ученикъ. У меня былъ такой шаръ, но онъ только первый день хорошо поднимался, на второй день уже гораздо хуже, а на третій—совсѣмъ пересталъ подниматься. Можетъ-быть, водородъ въ немъ сталъ тяжелѣе?

Учитель. Нѣтъ, но водородъ представляетъ такое нѣжное вещество, что тонкая резиновая оболочка не можетъ удерживать его продолжительное время. Онъ выходитъ наружу, а взамѣнъ входитъ немного воздуха.

Ученикъ. Такъ вотъ почему шаръ сталъ много меньше! Я думалъ, что онъ былъ не достаточно крѣпко завязанъ, хотя сдѣланъ былъ хорошо.

Учитель. Конечно. Поэтому не слѣдуетъ продолжительное время сохранять водородъ въ различныхъ сосудахъ. Въ большинствѣ случаевъ онъ выходитъ наружу, а воздухъ проникаетъ внутрь, и такимъ образомъ легко можетъ образоваться гремучій газъ.

---

18. Гремучій газъ.

Учитель. Что ты узналъ вчера о водородѣ?

Ученикъ. Я узналъ, что водородъ можно получить изъ его соединеній, если отнять то вещество, съ которымъ онъ связанъ, дѣйствіемъ другого вещества. Такъ, изъ воды, въ

которой водородъ связанъ съ кислородомъ, онъ выдѣляется при дѣйствіи желѣза или натрія.

Учитель. Но чѣмъ отличаются при этомъ другъ отъ друга оба металла?

Ученикъ. Желѣзо производитъ такое дѣйствіе лишь при температурѣ каленія, а натрій—при обыкновенной температурѣ.

Учитель. Еще что?

Ученикъ. Можно также взять хлористый водородъ и цинкъ. Въ этомъ случаѣ цинкъ отнимаетъ хлоръ, а водородъ освобождается.

Учитель. Какими свойствами обладаетъ водородъ?

Ученикъ. Онъ безцвѣтенъ, какъ воздухъ, но значительно легче. Но ты не сказалъ мнѣ, во сколько разъ онъ легче воздуха.

Учитель. Его плотность приблизительно въ 14 разъ меньше плотности воздуха. Одинъ литръ водорода вѣситъ менѣе $^1/_{11}$ гр. Еще что знаешь о водородѣ?

Ученикъ. Онъ горитъ въ воздухѣ; а если его предварительно смѣшать съ воздухомъ и зажечь, то раздается трескъ, потому что воспламененіе происходитъ мгновенно во всей массѣ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Что получается изъ водорода, когда онъ горитъ?

Ученикъ. Этого ты мнѣ не говорилъ.

Учитель. Ты могъ бы самъ сообразить. Вспомни, что́ происходитъ при горѣніи?

Ученикъ. Вещества соединяются съ кислородомъ воздуха.

Учитель. Вѣрно. Что произойдетъ, если водородъ соединится съ кислородомъ? Развѣ ты не помнишь, что́ я недавно говорилъ о соединеніи изъ этихъ двухъ элементовъ; какое это соединеніе?

Ученикъ. Ты говорилъ, — вода. Неужели опять получается вода?

Учитель. Конечно, образуется вода. Мы можемъ сей-

часъ въ этомъ убѣдиться. Вспомни, какимъ образомъ я тебѣ показывалъ образованіе воды при горѣніи свѣчи?

Ученикъ. Ты бралъ большой стаканъ и держалъ его надъ пламенемъ. Онъ покрывался тогда капельками воды.

Учитель. То же самое мы можемъ продѣлать съ водороднымъ пламенемъ. Я прикрѣпляю къ аппарату стеклянную трубочку, конецъ которой я предварительно сузилъ, и зажигаю выходящій водородъ (рис. 25). Теперь легко замѣтить появившійся на стаканѣ налетъ.

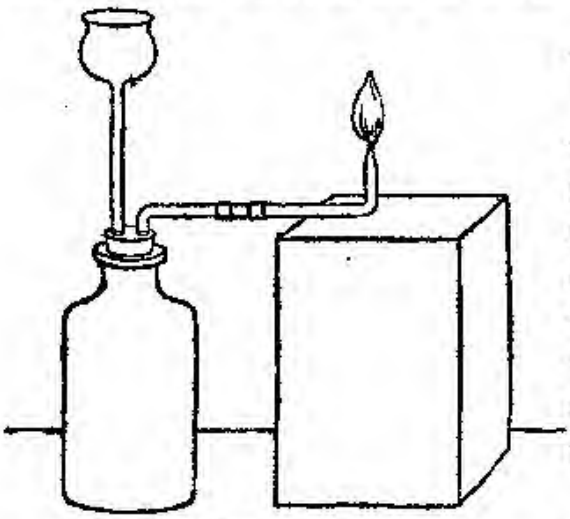

Рис. № 25.

Ученикъ. Какъ дѣлаютъ такіе узкіе концы?

Учитель. Стеклянную трубку держатъ въ пламени, все время повертывая, пока, наконецъ, стекло въ этомъ мѣстѣ не размягчится. Затѣмъ растягиваютъ трубку и обрѣзаютъ ее въ узкомъ мѣстѣ подпилкомъ.

Ученикъ. Пожалуйста, позволь мнѣ это сдѣлать.— Такъ, теперь трубка стала мягкой, и я растягиваю её. Ахъ, получился тонкій волосокъ!

Учитель. Ты слишкомъ быстро и сильно потянулъ. Впрочемъ, тонкій волосокъ есть тоже трубочка, такъ какъ при растягиваніи трубочки стѣнки ея не спадаются.

Ученикъ. Правда? Я никакъ не думалъ, что можетъ образоваться такая тонкая трубочка.

Учитель. Отломи отъ нея кусочекъ и погрузи одинъ конецъ въ чернила, тогда ты увидишь, какъ будетъ втягиваться въ нее черная жидкость. — Но намъ слѣдуетъ вернуться къ водороду. Водородъ можетъ соединяться не только съ свободнымъ кислородомъ, но отнимаетъ его также отъ другихъ соединеній. Ты помнишь окись ртути? Какое это вещество?

Ученикъ. Красный порошокъ; соединеніе ртути съ кислородомъ.

Учитель. Такъ. Я беру немного окиси ртути, насыпаю ее въ стеклянную трубку, которую прикрѣпляю къ аппарату для полученія водорода, затѣмъ пропускаю чрезъ нее водородъ и начинаю осторожно нагрѣвать (рис. 26).

Ученикъ. Въ задней части трубки опять выдѣлилась ртуть.

Учитель. Вѣрно; а еще дальше?

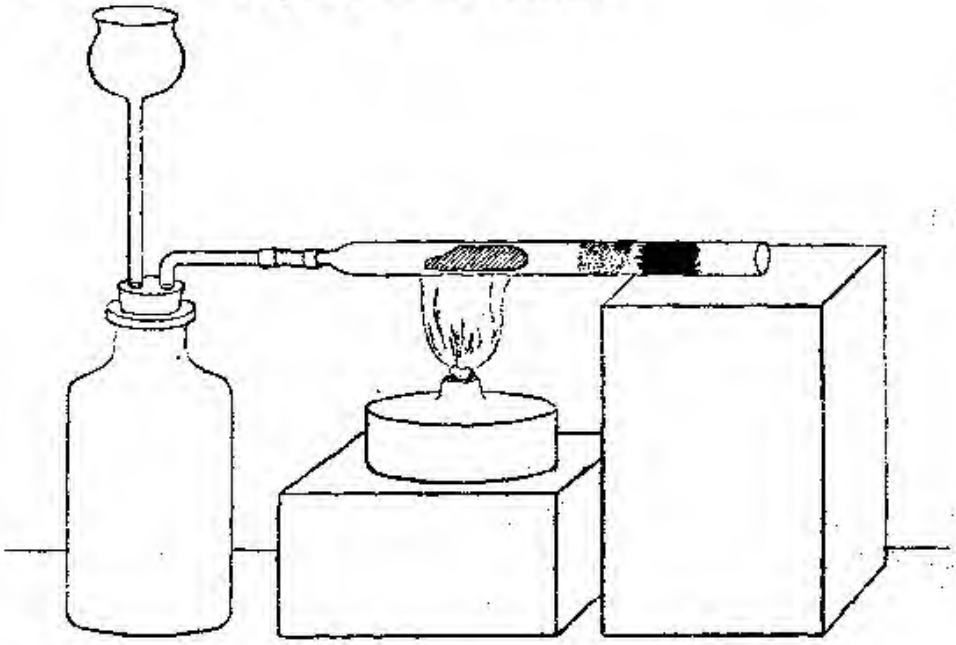

Рис. № 26.

Ученикъ. Тамъ видны прозрачныя капельки, похожія на воду. Не вода ли это?

Учитель. Да. На этотъ разъ водородъ отнялъ у окиси ртути кислородъ для образованія воды, а ртуть стала свободной.

Ученикъ. Что же, всѣ кислородныя соединенія такъ относятся къ водороду?

Учитель. Нѣтъ, не всѣ, но очень многія. Большинство окисей тяжелыхъ металловъ превращается такимъ образомъ въ свободные металлы. Этотъ процессъ называютъ возстановленіемъ, въ противоположность окисленію. Превращеніе металла въ его окись есть окисленіе, превращеніе окиси въ металлъ—возстановленіе. Такъ какъ водородъ способствуетъ послѣднему процессу, то его называютъ возстановителемъ. Запомни это названіе!

Ученикъ. Я опять узналъ много новаго.

Учитель. Чтобы облегчить тебѣ запоминаніе многихъ фактовъ, я покажу еще нѣсколько опытовъ. Этотъ черный порошокъ называется окисью мѣди. Онъ легко образуется, если продолжительное время нагрѣвать мѣдь въ воздухѣ. Я насыпаю небольшое количество его въ трубку, пропускаю надъ нимъ водородъ и снова подогрѣваю. Замѣчаешь появленіе мѣди?

Ученикъ. Да, крупинки становятся красными какъ мѣдь, а дальше въ трубкѣ опять осаждается вода.

Учитель. Я уберу огонь и дамъ трубкѣ остыть, продолжая все время пропускать водородъ. Теперь можно высыпать красныя крупинки; если я ихъ разотру въ ступкѣ, то ты увидишь, что онѣ обладаютъ металлическимъ блескомъ.

Ученикъ. Какъ красиво! Почему онѣ только теперь, послѣ растиранія, заблестѣли?

Учитель. Прежде мѣдь была неровной и негладкой, такъ какъ послѣ выдѣленія изъ окиси мѣди кислорода, мѣдь становится наподобіе губки.—Этотъ желтый порошокъ называется окисью свинца; онъ представляетъ соединеніе...

Ученикъ. Свинца и кислорода.

Учитель. Хорошо. За это позволю тебѣ самому произвести возстановленіе водородомъ. Поступай такъ же, какъ я сейчасъ это продѣлалъ.

Ученикъ. Появляется блестящая капелька какъ ртуть. Это свинецъ?

Учитель. Да. Такъ какъ свинецъ очень легко плавится, то онъ получается въ жидкомъ видѣ. Вылей каплю на бумагу и ты увидишь, что она застынетъ и превратится въ мягкій, гибкій и не эластичный металлъ. Таковы свойства свинца. Теперь сдѣлаемъ нѣчто особенное. Вотъ окись желѣза, которую мы съ тобой получили, сжигая въ воздухѣ порошокъ желѣза. Возстановимъ ее дѣйствіемъ водорода.

Ученикъ. Развѣ это возможно? Ты самъ сказалъ вчера, что желѣзо сильнѣе водорода, потому что отнимаетъ кислородъ отъ воды и вытѣсняетъ водородъ. Какимъ же образомъ водородъ можетъ опять оказаться сильнѣе желѣза?

Учитель. Слѣдуетъ производить и такіе опыты, относительно которыхъ думаешь, что они не удадутся; ибо каждый выводъ, который мы дѣлаемъ, не застрахованъ отъ ошибки и потому долженъ быть провѣренъ на опытѣ.

Ученикъ. Такъ. Однако, мнѣ очень интересно знать, что изъ этого выйдетъ. Видишь, ничего не выходитъ, крупинки становятся только немного темнѣе.

Учитель. Ты наблюдай внимательнѣе за болѣе отдаленной отъ огня частью трубки.

Ученикъ. Гмъ, тамъ, повидимому, дѣйствительно осаждаются капельки воды. Если смотрѣть на окись желѣза, то кажется, что не происходитъ никакихъ измѣненій, а если на ту часть трубки, то какъ будто что-то происходитъ.

Учитель. Я опять охлаждаю трубку, не прекращая пропускать водородъ; теперь разотри черную массу въ ступнѣ такъ же, какъ мы это сдѣлали съ мѣдью.

Ученикъ. Она тоже становится блестящей...

Учитель. Слѣдовательно, это тоже металлическое желѣзо.

Ученикъ. Объясни, пожалуйста, какъ согласовать эти противорѣчивыя явленія. Я никакъ не думалъ, что законъ природы можетъ оказаться несостоятельнымъ.

Учитель. Какой же законъ природы оказался здѣсь нарушеннымъ?

Ученикъ. Опредѣлённая сила не можетъ же одновременно быть больше и меньше другой! Сначала желѣзо было сильнѣе водорода, а потомъ водородъ оказывается сильнѣе желѣза. Вѣдь здѣсь кроется противорѣчіе!

Учитель. Противорѣчіе заключается только въ томъ, что ты причину химическихъ превращеній разсматриваешь, какъ механическую силу, но такой силы здѣсь не удается обнаружить и доказать.

Ученикъ. Въ чемъ же заключается причина химическихъ превращеній?

Учитель. Если бы я вздумалъ отвѣтить на этотъ вопросъ, то ты не понялъ бы меня. Ты долженъ сначала познакомиться съ цѣлымъ рядомъ химическихъ явленій, пре-

жде чѣмъ пытаться подводить ихъ подъ ту или другую теорію.

Ученикъ. Но не можешь ли ты указать мнѣ нѣчто такое, что навело бы меня на истинный путь?

Учитель. Конечно, даже исходя изъ твоихъ ошибочныхъ представленій. Человѣкъ можетъ унести довольно много воды, но если сразу нахлынетъ значительно больше воды, то она можетъ унести человѣка.

Ученикъ. Значитъ, ты полагаешь, что направленіе химическаго превращенія зависитъ отъ того, какого вещества изъ числа данныхъ взято больше?

Учитель. Приблизительно такъ.—Но займемся снова нашимъ водородомъ. Итакъ, ты знаешь теперь, что при соединеніи водорода съ кислородомъ образуется вода, и что кислородъ для этой цѣли можетъ быть позаимствованъ отъ другихъ соединеній. Но при этомъ образуется еще и кое что другое. Я снова пускаю въ дѣйствіе аппаратъ для полученія водорода и, послѣ того какъ весь гремучій газъ выдѣлился, зажигаю водородъ. Ты видишь, что его пламя довольно блѣдно.

Ученикъ. Первоначально голубоватое пламя затѣмъ становится все свѣтлѣе и окрашивается въ желтый цвѣтъ.

Учитель. Это зависитъ отъ того, что стеклянная трубка, изъ которой выходитъ водородъ, постепенно разогрѣвается. Въ стеклѣ находится знакомый тебѣ элементъ—натрій; часть его испаряется изъ разогрѣтаго стекла, и этотъ паръ окрашиваетъ пламя въ желтый цвѣтъ.

Ученикъ. Какъ это происходитъ?

Учитель. Дѣло въ томъ, что раскаленный натрій испускаетъ свѣтъ желтаго цвѣта такъ же, какъ, напримѣръ, металлическая мѣдь отражаетъ лучи краснаго цвѣта. Окрашиваніе пламени въ желтый цвѣтъ есть реакція на натрій, такъ какъ оно появляется каждый разъ въ присутствіи натрія и не наблюдается, когда натрія нѣтъ.

Ученикъ. Но вѣдь почти всѣ огни окрашены въ желтый цвѣтъ.

Учитель. И почти во всѣхъ горючихъ матеріалахъ находится натрій; достаточно самыхъ ничтожныхъ количествъ

его, чтобы вызвать окрашиваніе пламени въ желтый цвѣтъ. Но мы можемъ получить натуральное пламя водорода. Здѣсь у меня имѣется кусочекъ платиноваго листа. Я раскаливаю его на огнѣ и плотно обертываю его вокругъ вязальной иглы; получается годная для употребленія платиновая трубочка. Я всовываю ее на нѣсколько миллиметровъ въ стеклянную трубочку съ нѣсколько болѣе широкимъ діаметромъ отверстія и нагрѣваю это мѣсто. Видишь, какъ стекло облегаетъ платину. Теперь стекло кругомъ оплавилось, и мы получили горѣлку съ платиновымъ устьемъ. Остается согнуть ее подъ прямымъ угломъ (рис. 27).

Ученикъ. Почему ты взялъ платину?

Учитель. Потому что этотъ металлъ очень трудно плавится и крайне индиферентно относится къ химическимъ воздѣйствіямъ. Если я придѣлаю этотъ наконечникъ къ нашему аппарату и зажгу газъ, то водородъ можетъ горѣть часами, и пламя все-таки не будетъ окрашено въ желтый цвѣтъ. Я ввожу теперь въ водородное пламя платиновую проволоку. Что происходитъ?

Рис. № 27.

Ученикъ. Проволока свѣтитъ очень ярко. Пламя, вѣроятно, довольно горячо.

Учитель. Совершенно вѣрно. Раскаленное тѣло свѣтитъ тѣмъ ярче, чѣмъ сильнѣе нагрѣто. Не то—съ газами: раскаленные пары воды свѣтятъ очень слабо; поэтому водородное пламя безцвѣтно, но оно вызываетъ сильное свѣченіе каждаго внесеннаго въ него твердаго тѣла.

Ученикъ. Каждаго?

Учитель. Да, каждаго твердаго тѣла, которое не плавится и не испаряется. Вотъ кусочекъ сломанной сѣтки для накаливанія; смотри, какъ ярко онъ свѣтитъ. И желѣзная проволока первоначально свѣтитъ, но скоро начинаетъ плавиться и сгораетъ. Итакъ, что́ же образуется въ пламени кромѣ воды?

Ученикъ. Теплота.

Учитель. Вѣрно! Что такое теплота? Припомни то, о

чемъ мы недавно говорили, когда знакомились съ явленіемъ горѣнія.

Ученикъ. Да, ты далъ особое названіе; кажется,— энергія.

Учитель. Совершенно вѣрно. Что такое энергія?

Ученикъ. Все то, что можно получить изъ работы и превратить въ работу. Но какъ получить работу изъ горящаго водорода?

Учитель. Ты вѣдь слышалъ, какъ сильно гремитъ смѣсь изъ водорода и воздуха, и я указывалъ также, что она можетъ вдребезги разнести стеклянную бутыль. На это расходуется работа.

Ученикъ. Странная работа! Мать порядкомъ разбранила бы меня, если бы я вздумалъ бить посуду и сказалъ бы, что это—работа.

Учитель. Это дѣйствительно есть работа, ибо она требуетъ извѣстныхъ усилій. Во всякомъ случаѣ, это не полезная работа. Но когда мельникъ размалываетъ зерно, то его мельница производитъ точно такую же работу, а она считается полезной.

Ученикъ. Нельзя ли воспользоваться также гремучимъ газомъ для полезной работы?

Учитель. Конечно. Существуютъ такія машины, въ которыхъ воспламеняется гремучій газъ, получаемый изъ воздуха и свѣтильнаго газа; вспышка приводитъ въ движеніе поршень, и въ то время, какъ машина дѣлаетъ оборотъ, снова всасывается газъ и воздухъ для образованія гремучаго газа, который даетъ новую вспышку; такимъ образомъ каждый разъ поршень получаетъ сильный толчекъ. Подобные газовые двигатели, или машины, дѣлаются теперь въ большихъ размѣрахъ; въ извѣстныхъ отношеніяхъ они значительно лучше паровыхъ машинъ.

Ученикъ. Вѣроятно, двигатели у автомобилей имѣютъ такое же устройство? Они тоже такъ пыхтятъ.

Учитель. Да, въ этомъ родѣ, но у нихъ гремучій газъ приготовляется изъ паровъ бензина.

Ученикъ. Значитъ, гремучій газъ можно приготовлять изъ различныхъ веществъ?

Учитель. При одномъ условіи, если горючіе газы и пары смѣшиваются съ такимъ количествомъ воздуха или кислорода, которое необходимо для ихъ сожженія; въ такихъ случаяхъ всегда получается гремучій газъ, ибо пламя можетъ сразу охватить и сжечь всю массу, тогда какъ обыкновенно горѣніе происходитъ только въ томъ мѣстѣ, гдѣ воздухъ соприкасается съ газомъ.

Ученикъ. Да, ты уже объяснилъ мнѣ это.

Учитель. Я говорилъ тебѣ еще кое-что другое. Какъ можно повысить температуру водороднаго пламени? Припомни, что я тебѣ говорилъ о горѣніи въ воздухѣ и въ чистомъ кислородѣ.

Ученикъ. Да, я знаю: если бы ты сжигалъ водородъ въ чистомъ кислородѣ, то азотъ воздуха не сталъ бы нагрѣваться, и пламя имѣло бы тогда болѣе высокую температуру.

Учитель. Вѣрно! Какъ ты это устроишь?

Ученикъ. Я внесу водородное пламя въ бутылку, наполненную кислородомъ.

Учитель. Правильно, но это—неудобно.—Получается довольно высокая температура, если вдувать кислородъ въ водородное пламя.

Ученикъ. Но какъ это сдѣлать?

Учитель. Мы могли бы наполнить кислородомъ резиновый баллонъ и затѣмъ сжимать его; тогда кислородъ сталъ бы выходить изъ отверстія. Но я покажу тебѣ, какъ устраиваютъ хорошіе газометры. Вотъ двѣ большихъ бутыли; каждая изъ нихъ снабжена пробкой съ двумя отверстіями. Чрезъ одно отвертіе проходитъ длинная сифонная трубка до дна бутыли, чрезъ другое—короткая, согнутая подъ прямымъ угломъ. Длинныя трубки соединены между собой при помощи резиновой. Одна бутыль изполняется водой (рис. 28).

Ученикъ. Я не представляю себѣ, для чего все это.

Учитель. Смотри внимательнѣе: я соединяю аппаратъ для полученія кислорода (рис. 18) съ короткой трубкой бутыли, наполненной водой, а другую бутыль ставлю немного

ниже. Если теперь путемъ нагрѣванія заставить кислородъ выдѣляться, то онъ будетъ поступать въ верхнюю бутыль, а вода начнетъ переливаться по резиновой трубкѣ въ нижнюю.

Ученикъ. Это хорошо.

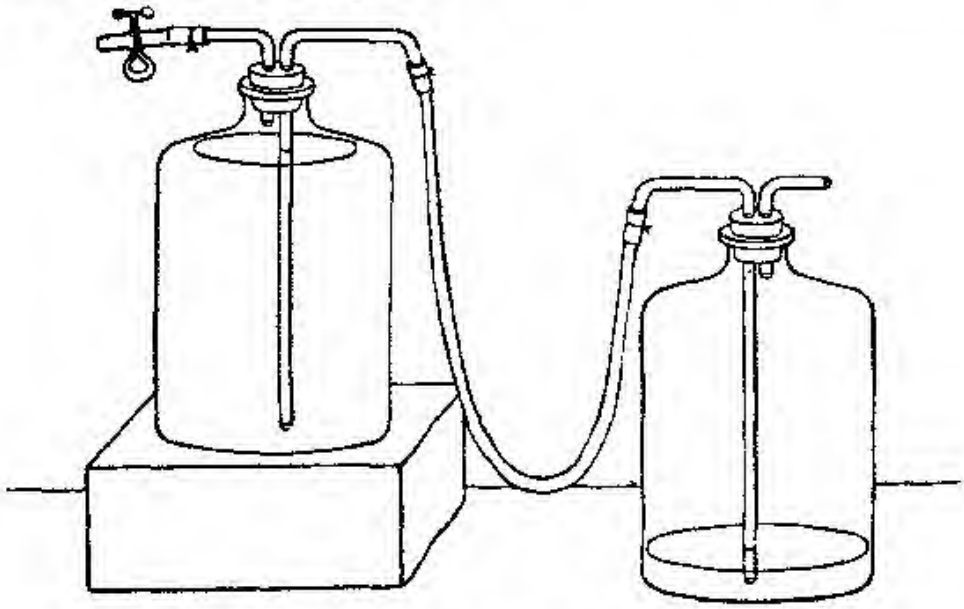

Рис. № 28.

Учитель. Такъ, теперь верхняя бутыль наполнена кислородомъ. Я отставляю аппаратъ для кислорода и надѣваю на резиновую трубочку, соединенную съ короткой трубкой, зажимъ.

Ученикъ. Что это такое?

Учитель. Это—проволочная пружина, такъ сильно сжимающая резиновую трубку, что просвѣтъ послѣдней оказывается совершенно замкнутымъ. Такой зажимъ легко приготовить. Онъ часто оказывается болѣе надежнымъ запоромъ, нежели обыкновенный кранъ; поэтому имъ очень часто пользуются при химическихъ опытахъ.

Ученикъ. Это мнѣ нравится: просто и практично!

Учитель. Теперь можемъ по желанію выпускать кислородъ. Если поднять бутыль съ водой на нѣкоторую высоту, то кислородъ будетъ находиться подъ отвѣчающимъ этой высотѣ давленіемъ воды и станетъ выдѣляться съ соотвѣтствующей скоростью, когда я сниму зажимъ. Но стоитъ только надѣть зажимъ, и кислородъ перестаетъ вы-

дѣляться. Когда кислородъ долгое время не нуженъ мнѣ, я ставлю бутыль съ водой ниже; тогда давленіе снова уменьшается.

Ученикъ. Это мнѣ очень понравилось.

Учитель. Затѣмъ, придѣлываю къ газометру трубочку съ платиновымъ наконечникомъ и прикрѣпляю ее такимъ образомъ, чтобы наконечникъ былъ горизонтально направленъ на пламя спиртовой лампы. Если теперь начнемъ выпускать кислородъ, то пламя отклонится въ сторону и, вмѣстѣ съ тѣмъ, станетъ меньше, заостреннѣе, а температура его сильно повысится.

Ученикъ. Оно стало немного свѣтлѣе.

Учитель. Я ввожу въ него тонкую платиновую проволоку. Ты видишь, она не только накалилась добѣла, но даже начинаетъ плавиться. Вотъ образовалась уже на концѣ проволоки красивая капелька, и, если я буду продолжать нагрѣваніе дальше, она упадетъ.

Ученикъ. Она такъ сильно свѣтитъ, что едва можно смотрѣть. Но ты хотѣлъ мнѣ показать, какъ высока температура водородизго пламени.

Учитель. Въ этомъ пламени горитъ преимущественно водородъ, заключающійся въ спиртѣ. Но, чтобы получить исключительно водородное пламя, необходимо устроить болѣе цѣлесообразный аппаратъ. Въ настоящемъ видѣ аппаратъ даетъ много газа толко вначалѣ, когда прилита свѣжая кислота, а затѣмъ—все меньше; поэтому ровнаго пламени здѣсь нельзя получить. Мы устроимъ такой аппаратъ, въ которомъ мы могли бы произвольно регулировать полученіе газа.

Ученикъ. Интересно, какъ ты устроишь подобный аппаратъ.

Учитель. Я беру двѣ бутыли, немного меньше тѣхъ, которыя мы употребили для полученія кислорода, и прилаживаю къ нимъ точно такимъ же образомъ пробки и стеклянныя трубочки. Одну бутыль наполняю цинкомъ, другую—разбавленной соляной кислотой и помѣщаю её выше. Если теперь разжать зажимъ на бутыли съ цинкомъ, то соляизя кислота устремится къ цинку и выдѣлитъ водородъ.

Ученикъ. Но ничего не выходитъ.

Учитель. Сифонная трубка еще не наполнилась и потому не можетъ дѣйствовать. Стоитъ только подуть въ короткую трубку бутыли съ соляной кислотой, и аппаратъ начинаетъ дѣйствовать.

Ученикъ. Да, кислота начинаетъ вспѣниваться. Но для чего ты насыпалъ подъ цинкъ слой галекъ?

Учитель. Ты это сейчасъ увидишь. Я зажимаю трубку, которая выпускаетъ водородъ. Что ты замѣчаешь?

Ученикъ. Кислота поднимается по сифонной трубкѣ въ верхнюю бутыль. Такъ, теперь я понимаю. Такъ какъ водородъ не можетъ больше выходить, то онъ оказываетъ давленіе на кислоту и заставляетъ ее подниматься изъ нижней бутыли въ верхнюю.

Учитель. Совершенно вѣрно. Но такъ какъ вся кислота не можетъ быть удалена изъ бутыли, потому что дно бутыли неровно, то часть ея осталась бы въ соприкосновеніи съ цинкомъ и продолжала бы на него дѣйствовать. А теперь этотъ остатокъ кислоты касается только галекъ.

Ученикъ. Это хорошо: настоящій автоматъ!

Учитель. Такъ, теперь испытаю, чистъ ли водородъ, и только послѣ этого зажгу его. Я урегулирую пламя зажимомъ такъ, чтобы оно было довольно велико. Для этой цѣли зажимъ снабженъ винтомъ (рис. 29). Затѣмъ подношу къ пламени наконечникъ, чрезъ который выходитъ кислородъ, и, ты видишь,—пламя опять стало меньше и заостреннѣе. Платиновая проволка плавится значительно скорѣе, чѣмъ раньше. Кусочекъ часовой пружины раскаляется сначала добѣла, а затѣмъ сгораетъ, разбрасывая красивыя искры, точно такъ же, какъ при горѣніи въ кислородѣ. Кусочекъ мѣла, который я предварительно заострилъ, тоже начинаетъ накаливаться и даетъ такой яркій бѣлый свѣтъ, что его можно сравнить съ солнечнымъ.

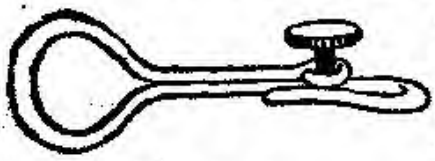

Рис. № 29.

Ученикъ. Прекрасный фейерверкъ!

Учитель. Все это должно указывать тебѣ, что пламя изъ чистаго водорода и кислорода, или, короче, пламя гремучаго газа, имѣетъ дѣйствительно необычайно высокую температуру.

Ученикъ. Вѣроятно, это—самый сильный жаръ, какой только можно получить?

Учитель. Нѣтъ. Температура этого пламени равна приблизительно 2000° С., тогда какъ между угольными электродами въ дуговой электрической лампѣ температура переходитъ за 3000° С. Но, во всякомъ случаѣ, это очень высокая температура, до какой далеко не достигаютъ наши печи.

Ученикъ. Ну, сегодня я видѣлъ и узналъ много новаго!

---

19. Вода.

Учитель. Послѣ того какъ мы познакомились съ составными частями воды и съ полученіямъ ея изъ нихъ, приступимъ теперь къ изученію ея свойствъ. Ты знаешь, что вода занимаетъ бо́льшую часть поверхности земли.

Ученикъ. Да, приблизительно—пять седьмыхъ.

Учитель. Но вода морей, озеръ и рѣкъ является далеко не чистой: она содержитъ въ себѣ въ растворенномъ состояніи массу другихъ веществъ.

Ученикъ. Я знаю, что морская вода содержитъ въ себѣ поваренную соль, но мнѣ ничего неизвѣстно, заключаютъ ли другія воды также растворенныя вещества.

Учитель. По какимъ признакамъ ты опредѣляешь присутствіе поваренной соли въ морской водѣ?

Ученикъ. По соленому вкусу.

Учитель. Совершенно вѣрно. А другія во́ды, напр., дождевая и родниковая имѣютъ такой же вкусъ?

Ученикъ. Нѣтъ, я попробовалъ разъ дождевую воду; она имѣла очень нехорошій вкусъ.

Учитель. Значитъ, на основаніи различнаго вкуса остальныхъ водъ, ты долженъ заключить, что онѣ содержатъ въ себѣ равличныя вещества. Попробуй вотъ эту чистую воду.

Ученикъ. Она имѣетъ точно такой же вкусъ, какъ дождевая. Какъ приготовляютъ чистую воду?

Учитель. Дестилляціей; другими словами, ее превращаютъ сначала въ паръ, а затѣмъ паръ этотъ сгущаютъ охлажденіемъ въ жидкую воду.

Ученикъ. Почему же вода становится отъ этого чище?

Учитель. Находящіяся въ обыкновенной водѣ постороннія примѣси не переходятъ въ паръ, потому что онѣ нелетучи. Я беру немного обыкновенной питьевой воды и прибавляю къ ней чернилъ, чтобы ты ясно могъ видѣть загрязненіе. Если я начну перегонять эту черную жидкость, то переходитъ прозрачная и чистая вода.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы посмотрѣть, какъ это дѣлаютъ.

Учитель. Различными способами. Мы воспользуемся наиболѣе простыми приспособленіями. Я подбираю къ этой тонкостѣнной колбѣ пробку съ однимъ отверстіемъ и при помощи ея прикрѣпляю къ колбѣ трубку, слегка согнутую подъ острымъ угломъ. Наливаю въ колбу черную воду и нагрѣваю ее до кипѣнія (рис. 30).

Ученикъ. Пары уже начинаютъ подниматься въ труб-

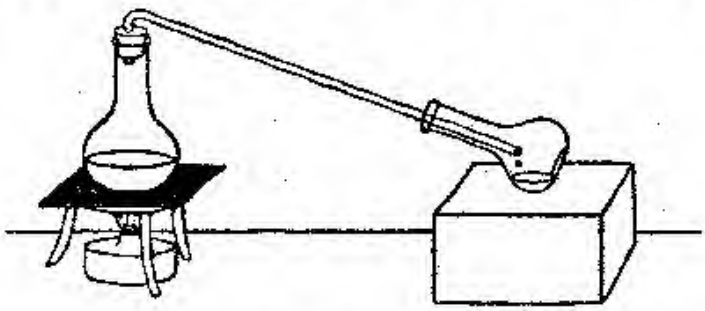

Рис. № 30.

ку, а вотъ теперь стекаетъ по ней первая капля воды; она, дѣйствительно, совершенно прозрачна.

Учитель. Чтобы собрать дестиллированную воду, подставимъ подъ нижній конецъ трубки вторую колбу.

Ученикъ. Стѣнки этой колбы съ внутренней стороны покрылись уже росой, а теперь паръ началъ выходить изъ колбы и больше не сгущается.

Учитель. Отъ чего это зависитъ?

Ученикъ. Колба слишкомъ нагрѣлась и не можетъ болѣе охлаждать паровъ воды.

Учитель. Совершенно вѣрно. Чтобы вести перегонку какъ слѣдуетъ, надо устроить холодильникъ. Проще всего сдѣлать такъ: подставить подъ вторую колбу чашку съ холодной водой; тогда колба охладится.

Ученикъ. А когда и эта вода нагрѣется?

Учитель. Тогда придется прекратить перегонку. Данный случай представляетъ примѣръ весьма важнаго обстоятельства, имѣющаго особенно существенное значеніе для химической промышленности. Всѣ работы должны по возможности производиться безпрерывно. Для этого необходимо, съ одной стороны, постоянно замѣнять расходуемый матеріалъ, съ другой,—постоянно удалять излишекъ. Что расходуется въ нашемъ опытѣ?

Ученикъ. Вода, превращающаяся въ паръ.

Учитель. Вѣрно. Кромѣ того, теплота, необходимая для перегонки воды. А что оказывается въ избыткѣ.

Ученикъ. Нагрѣвшаяся вода въ холодильной чашкѣ. Но можно приспособить сифонную трубку, по которой она будетъ стекать, а сверху наливать свѣжую воду.

Учитель. Очень хорошо. Перегоняющуюся воду также можно замѣнять новой, подливая воду въ колбу черезъ воронку.

Ученикъ. Но тогда паръ сталъ бы выходить наружу.

Учитель. Чтобы устранить это, мы можемъ погрузить конецъ воронки въ воду. Но мы можемъ довести охлажденіе до бо́льшаго совершенства, потому что колба, служащая пріемникомъ, погружена въ холодную воду только до половины, и, слѣдовательно, верхняя часть ея остается неохлажденной, а потому—не весь паръ полностью сгущается.

Ученикъ. Слѣдуетъ постоянно повертывать колбу, чтобы вверху тоже находились охладившіяся стѣнки.

Учитель. Для этого опять нуженъ особый человѣкъ или аппаратъ. Мы устроимъ лучше такой холодильникъ, который бы самъ исполнялъ все, что нужно.

Ученикъ. Можно еще на верхнюю сторону колбы направить такую же струю воды, какая вытекаетъ снизу черезъ сифонъ.

Учитель. Это уже лучше. Но и здѣсь имѣется еще одинъ недостатокъ: притекающая холодная вода будетъ смѣшиваться съ теплой водой холодильной чашки, а потому будетъ расходоваться очень много холодной воды. Нельзя ли еще какъ-нибудь усовершенствовать?

Ученикъ. Ты требуешь, однако, слишкомъ многаго!

Учитель. Когда приходится разрѣшать техническіе или научные вопросы, то никогда не слѣдуетъ удовлетворяться достигнутыми результатами; напротивъ, всегда надо задавать себѣ вопросъ: нельзя ли еще что-либо улучшить? А если замѣтишь какую-нибудь ошибку или недостатокъ, то также слѣдуетъ спросить себя: какъ ихъ устранить?

Ученикъ. Больше ничего не могу придумать.

Учитель. Прекрасные результаты получаются, если пользоваться слѣдующимъ холодильникомъ (рис. 31). Онъ состоитъ изъ внутренней трубка для пара и наружной муф-

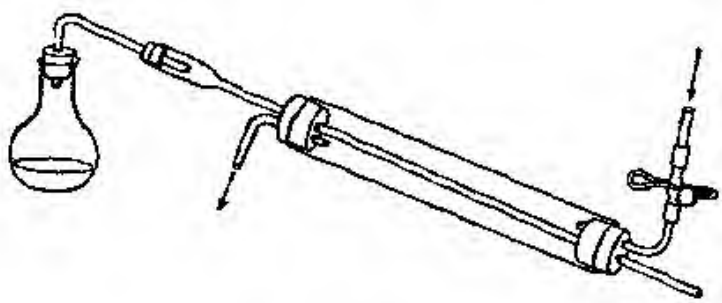

Рис. № 31.

ты для холодной воды; её можно сдѣлать изъ жести. На обоихъ концахъ муфты имѣются пробки съ двумя отверстіями; черезъ одно проходитъ пароотводная трубка,

въ другое вставлена короткая трубка; нижняя служитъ для притока, верхняя—для отвода холодной воды. Зажимъ съ винтомъ служитъ для регулированія притока воды. Нагрѣвшаяся вода вытекаетъ черезъ верхнюю трубочку.

Ученикъ. Почему холодная вода должна поступать снизу? По моему, если холодная вода будетъ сразу хорошенько дѣйствовать на паръ, то она булетъ лучше охлаждать.

Учитель. Напротивъ, это повело бы опять къ излишней тратѣ воды. Такъ какъ теплая вода легче, то она постоянно подиималась бы наверхъ и тотчасъ же смѣшивалась бы съ холодной. А когда холодная вода поступаетъ снизу, она сгущаетъ тогда послѣдніе остатки паровъ. По мѣрѣ поднятія, вода становится все теплѣе и расходуетъ свою теплоту ка охлажденіе съ такой полнотой, какая только мыслима, ибо плотный паръ, поступающій сверху, начинаетъ уже сгущаться подъ вліяніемъ воды, нагрѣвшейся почти до 100°. Такимъ образомъ достигается возможно полное использованіе холодной воды, такъ какъ нигдѣ холодная вода не смѣшивается съ горячей.

Ученикъ. Я начиваю понемногу разбираться въ этомъ, хотя и маленькомъ, но остроумно устроенномъ приборѣ.

Учитель. На этомъ примѣрѣ ты ознакомился съ примѣненіемъ принципа противотока. Въ то время, какъ паръ стремится сверху внизъ и постепенно утрачиваетъ все больше и больше своей теплоты, холодная вода продвигается снизу вверхъ и тоже постепенно поглощаетъ теплоту. Позднѣе ты познакомишься съ цѣлымъ рядомъ случаевъ, въ которыхъ съ не меньшимъ успѣхомъ пользуются этимъ пріемомъ. Онъ позволяетъ самымъ экономнымъ образомъ пользоваться различными средствами для разрѣшенія той или иной задачи.

Ученикъ. Хотя я не совсѣмъ хорошо понялъ это, во впредь буду внимательно слѣдить за всѣми случаями, когда придется прибѣгать къ подобнымъ пріемамъ.

Учитель. Такъ, теперь мы собрали немного дестиллированной воды. Ты можешь убѣдиться, что она имѣетъ такой же вкусъ, какъ и та вода, которую я давалъ тебѣ попробовать, и отнюдь не вкусъ чернилъ.

Ученикъ. Почему перегнанная вода имѣетъ такой дурной вкусъ, тогда какъ колодезная, хотя и не представляетъ ничего особеннаго на вкусъ, но пить ее все-же пріятно?

Учитель. Такъ какъ мы съ малыхъ лѣтъ пьемъ колодезную воду, содержащую въ себѣ извѣстныя постороннія вещества, то мы, конечно, привыкли къ ней. Чистая вода производитъ на наши вкусовые нервы иное впечатлѣніе, нежели колодезная, и потому мы считаемъ его непріятнымъ.— Такъ, теперь сдѣлаемъ себѣ промывалку.

Ученикъ. Что это такое, и для чего она употребляется?

Учитель. Мы должны пользоваться для химическихъ опытовъ чистой водой, чтобы не вводить въ наши растворы помимо тѣхъ веществъ, которыя намъ нужны, еще постороннія. Такую воду сохраняютъ въ особыхъ сосудахъ; ими очень удобно пользоваться. Я отрѣжу сейчасъ двѣ стеклянныхъ трубки, одну короткую, а другую въ полтора раза больше высоты этой колбы. Я ввожу конецъ длинной трубки въ пламя и держу его въ немъ при постоянномъ повертываніи до тѣхъ поръ, пока стекло не размякнетъ. Конецъ трубки постепенно стягивается, и когда отверстіе будетъ приблизительно равно $^1/_2$ миллим., дамъ стеклу остынуть. Затѣмъ согну короткую трубку подъ тупымъ угломъ, а длинную, послѣ того какъ конецъ остынетъ,—подъ острымъ. Всѣ концы слѣдуетъ, конечно, оплавить. Наконецъ, просверливаю въ подходящей пробкѣ два отверстія, вставляю въ нихъ трубки, и моя промывалка готова (рис. 32). Послѣ тщательной промывки наполняю ее дестиллированной водой.

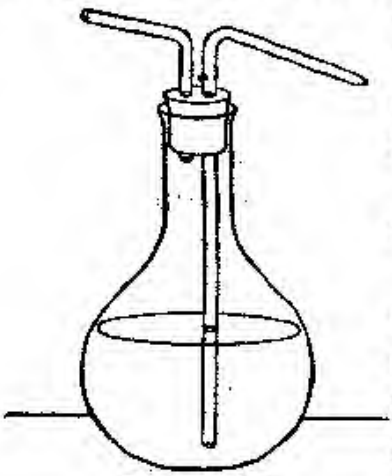
Рис. № 32.

Ученикъ. Для чего же всѣ эти приспособленія?

Учитель. Если я буду дуть въ короткую трубку, то вода станетъ выходить изъ другой—тонкой струей, которую, по желанію, можно направить куда надо. А когда желаютъ получить больше воды, то стóитъ только повернуть колбу горлышкомъ внизъ, какъ изъ ко-

роткой трубки начинаетъ вытекать довольно сильная струя.

Ученикъ. Мнѣ думается, ты потратилъ слишкомъ много труда для того, чтобы пріобрѣсти незначительныя удобства.

Учитель. Совсѣмъ нѣтъ, ибо примѣненіе подобной промывалки даетъ мнѣ возможность легче и надежнѣе справляться съ массой ежедневныхъ работъ, и потому потраченный на ея устройство трудъ очень скоро вознаградится. Каждый ремесленникъ старается пріобрѣсти хорошіе и удобные инструменты, хотя бы они и стоили дорого. Они окупятся сторицей, такъ какъ въ одно и то же время мастеръ сдѣлаетъ больше и лучше исполнитъ свою работу. Промывалка представляетъ для химика такой же удобный инструментъ.

Ученикъ. А мой отецъ разсказывалъ, что Бенжаменъ Франклинъ будто бы говорилъ: въ случаѣ нужды надо умѣть бурить молоткомъ, а пилить—буравомъ.

Учитель. Это тоже недурно и означаетъ, что не слѣдуетъ односторонне пользоваться своими средствами. Но громадная разница: сумѣть помочь себѣ въ нуждѣ и сумѣть распредѣлить свою регулярную работу. Если бы у меяя не было пера, то я сумѣлъ бы писать и смоченной чернилами спичкой; но такъ какъ писать перомъ удобнѣе и быстрѣе, то я и предпочитаю этотъ способъ. — Однако, мы забыли свою воду. Какого цвѣта вода?

Ученикъ. Я думаю—никакого. Она безцвѣтна.

Учитель. Да, въ тонкихъ слояхъ она кажется безцвѣтной; но въ толстыхъ слояхъ чистая вода имѣетъ голубой цвѣтъ.

Ученикъ. Отъ чего же зависитъ такая разница?

Учитель. Вода такъ слабо окрашена въ голубой цвѣтъ, что его нельзя замѣтить въ тонкихъ слояхъ. А ты уже въ самомъ началѣ училъ, что цвѣтъ обнаруживается тѣмъ яснѣе, чѣмъ толще слой. Когда чистая вода налита въ ванну, выкрашенную внутри бѣлой краской, то уже можно замѣтить голубой цвѣтъ.

Ученикъ. Въ слѣдующій разъ постараюсь подмѣтить

это. Но вода въ рѣкѣ имѣетъ коричневый, а не голубой цвѣтъ.

Учитель. Это зависитъ отъ того, что рѣчная вода содержитъ въ себѣ постороннія вещества, окрашенныя въ коричневый цвѣтъ. Вода морей въ большинствѣ случаевъ бываетъ чиста и потому имѣетъ голубой цвѣтъ. Если же въ ней оказывается небольшое количество веществъ, окрашенныхъ въ коричневый цвѣтъ, то отъ этихъ примѣсей она получаетъ зеленый оттѣнокъ.

Ученикъ. Но вѣдь морская вода не чиста, такъ какъ заключаетъ въ себѣ поваренную соль?!

Учитель. Совершенно вѣрно; но поваренная соль сама безцвѣтна и потому не можетъ измѣнить цвѣта воды.— Какъ велика плотность воды?

Ученикъ. Я помню еще это: плотность воды равна единицѣ, потому что плотность ея служитъ единицей мѣры при опредѣленіи плотностей другихъ тѣлъ.

Учитель. Хорошо. Такова плотность ея при 4° С.; при всѣхъ другихъ температурахъ она меньше. Въ то время какъ почти всѣ остальныя вещества расширяются при нагрѣваніи, вода, напротивъ, уплотняется при нагрѣваніи въ промежуткѣ между 0° и +4° С. и только выше этой температуры снова начинаетъ расширяться.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы посмотрѣть!

Учитель. Это можно устроить различными способами. Возьми деревянное ведро, просверли его немного выше дна и вставь въ отверстіе при помощи пробки термометръ. Затѣмъ, наполни ведро ледяной водой съ нѣсколькими кусочками льда, плавающими по поверхности, и оставь его нѣкоторое время спокойно постоять (рис. 33). Спустя немного времени термометръ внизу будетъ показывать +4 С., тогда какъ термометръ, погруженный въ воду близъ поверхности, покажетъ 0°. Объясни мнѣ это!

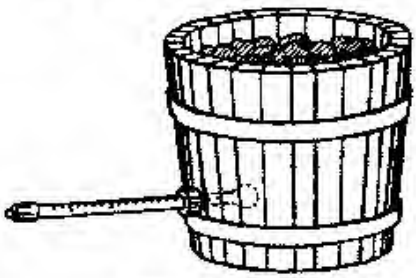

Рис. № 33.

Ученикъ. Такъ какъ вода при 4° С. обладаетъ наибольшей плотностью, то она должна скопляться внизу.

Учитель. Собственно говоря, къ этому слѣдовало бы еще кое-что добавить, но въ главномъ вѣрно.

Ученикъ. Я напалъ сейчасъ на мысль: нельзя ли это еще проще устроить? Если налить воду, какъ это устроено у термометра, въ стеклянный шарикъ съ трубкой, то отъ 0° и до 4° вода будетъ опускаться, а затѣмъ снова начнетъ подниматься въ трубкѣ. Нельзя ли устроить такой водяной термометръ?

Учитель. Сейчасъ приготовимъ его. Возьмемъ стеклянную трубку съ узкимъ просвѣтомъ, равнымъ приблизительно $^1/_2$ миллим. Я нагрѣю одинъ конецъ ея и, когда стѣнки трубки спадутся въ этомъ мѣстѣ, стану дуть въ нее: получается шарикъ, точно такимъ же образомъ, какъ это дѣлается при выдуваніи мыльныхъ пузырей. Къ верхнему концу прикрѣпляю пробку съ кускомъ широкой трубки и наливаю въ нее немного воды (рис. 34). Теперь нагрѣваю слегка шарикъ: тотчасъ же начинаютъ выдѣляться черезъ воду пузырьки воздуха. Затѣмъ снова охлаждаю его, тогда въ шарикъ втягивается немного воды, которую я нагрѣю до кипѣнія; если теперь отставлю горѣлку, то вода устремится въ шарикъ и заполнитъ его. Въ большинствѣ случаевъ въ немъ остается еще небольшой пузырекъ воздуха, который, правда, легко удаляется, если сначала охладить воду, а потомъ нагрѣть ее и держать приборъ въ вертикальномъ положеніи; пузырекъ достигнетъ до трубки и поднимется по ней вверхъ.

Рис. 34.

Ученикъ. А какъ придѣлать теперь шкалу?

Учитель. Я возьму или кусочекъ старой измѣрительной ленты, или бумажную ленту съ отпечатанными на ней дѣленіями въ одинъ миллиметръ каждое, или еще что-нибудь въ этомъ родѣ и прикрѣплю его сургучемъ къ трубкѣ. Когда мой водяной термометръ приметъ температуру комнаты, я удалю излишекъ воды изъ верхней части. Теперь поручаю тебѣ этотъ приборъ и еще одинъ термометръ. Свя-

жи ихъ вмѣстѣ такимъ образомъ, чтобы удобно было одновременно наблюдать обѣ шкалы, и поставь ихъ въ большой сосудъ съ водой. Затѣмъ отмѣть высоту ртути и воды. Потомъ прибавь въ воду немного льда такъ, чтобы температура приблизительно спустилась на два градуса, помѣшивай нѣкоторое время (не менѣе пяти минутъ), пока высота столбика воды не перестанетъ измѣняться, и снова запиши, гдѣ стоитъ ртуть и вода. И продолжай эти наблюденія почти до 0°. А завтра отдашь мнѣ отчетъ въ томъ, что найдешь.

Ученикъ. Я боюсь, что ты не будешь доволенъ. Все послѣ обѣда я занимался вчера съ этимъ термометромъ, но мнѣ не удалось убѣдиться, что вода занимаетъ при 4° наименьшій объемъ.

Учитель. Что же ты узналъ?

Ученикъ. Я узналъ, что вода первоначально дѣйствительно сжимается съ уменьшеніемъ температуры, но приблизительно уже при 8° высота ея болѣе не мѣняется, а при дальнѣйшемъ охлажденіи вода снова начинаетъ расширяться. И каждый разъ при 8° получался наименьшій объемъ.

Учитель. Отъ чего могло бы это зависѣть?

Ученикъ. Объ этомъ я, собственно, совершенно не думалъ. Мнѣ все казалось, что я невѣрно произвожу наблюденія, но, тѣмъ не менѣе, каждый разъ получалъ то же самое.

Учитель. Въ такомъ случаѣ наблюденія проваводились правильно. Какую величину ты наблюдалъ?

Ученикъ. Объемъ воды.

Учитель. Нѣтъ, ты наблюдалъ только высоту уровня воды и по ней уже судилъ объ объемѣ. Прежде чѣмъ на основаніи высоты уровня воды дѣлать заключеніе объ ея объемѣ, ты долженъ быть увѣренъ въ томъ, что емкость термометрическаго шарика не измѣнилась. Увѣренъ ли ты въ этомъ?

Ученикъ. Дай подумать. Да, потому что при одной и той же температурѣ я всегда получалъ ту же самую высоту столба воды.

Учитель. Такъ; но изъ этого ты можешь только заключить, что при одной и той же температурѣ всегда получается одна и та же емкость. Понимаешь, въ чемъ дѣло?

Ученикъ. Ты полагаешь, что стекло шарика могло расшириться отъ нагрѣванія? Но вѣдь это не можетъ имѣть никакого значенія, ибо стекло такъ тонко, что вообще объемъ его представляетъ ничтожную часть сравнительно съ объемомъ воды. И незначительное расширеніе такого маленькаго объема не можетъ же обусловить такой большой разницы.

Учитель. Ты допустилъ сейчасъ ошибку въ своихъ разсужденіяхъ. Ты думалъ, что здѣсь принимается въ разсчетъ измѣненіе объема, занимаемаго стекломъ? Это ошибочно, такъ какъ вамъ надо принять во вниманіе увеличеніе емкости стекляннаго шарика, а послѣдняя равна массивному стеклянному шарику величиной съ шарикъ нашего водяного термометра; а шарикъ термометра приблизительно равенъ занимаемому водой объему.

Ученикъ. Но вѣдь нашъ шарикъ не массивенъ.

Учитель. Представь себѣ, что мы равномѣрно нагрѣваемъ до какой-либо температуры массивный шарикъ. Будетъ ли онъ при этомъ расширяться равномѣрно во всѣхъ частяхъ, или нѣтъ?

Ученикъ. Я думаю, онъ будетъ расширяться совершенно равномѣрно.

Учитель. Правильно. Теперь представь, что этотъ шарикъ состоитъ сплошь изъ плотно вложенныхъ другъ въ друга полыхъ шариковъ; обнаружитъ ли онъ тогда при нагрѣванія тѣ же самыя свойства, или нѣтъ?

Ученикъ. Я не вижу разницы.—Такъ, теперь я понимаю: наружный полый шарикъ расширяется совершенно одинаково, заполненъ ли онъ другими шариками, или нѣтъ, и, слѣдовательно, онъ расширяется какъ массивный шарикъ. Это ловко!

Учитель. Ты, вѣроятно, понимаешь также, почему ты наблюдалъ наименьшій объемъ воды при слишкомъ высокой температурѣ. Если бы вода совершенно не расширялась, то съ повышеніемъ температуры она должна была бы опуститься въ аппаратѣ, такъ какъ емкость шарика увеличилась бы. Только въ томъ случаѣ высота воды въ трубочкѣ не будетъ колебаться, когда расширеніе воды равно расширенію стекла; а это наступаетъ при 8°. Ты наблюдаешь, слѣдовательно, то, что является результатомъ расширенія воды и расширенія стекла; чтобы точно опредѣлить первое, ты долженъ сначала опредѣлить второе, а это не такъ легко сдѣлать.

Ученикъ. Увы, я старался исполнить свою работу возможно лучше, а оказывается—напрасно потратилъ время.

Учитель. Ничуть не напрасно: ты убѣдился по крайней мѣрѣ въ томъ, какую массу различныхъ обстоятельствъ приходится принять во вниманіе и обсудить при каждомъ опытѣ, прежде чѣмъ узнаешь, какое значеніе онъ имѣетъ.

---

20. Ледъ.

Учитель. Ты познакомился вчера съ нѣкоторыми свойствами воды. Что же ты запомнилъ лучше всего?

Ученикъ. Всё, что касается плотности воды и тѣхъ опытовъ, которые можно произвести по этому поводу. Я пробовалъ опредѣлять плотность воды, пользуясь ведромъ, и мнѣ это вполнѣ удалось.

Учитель. Хорошо. Что плотность воды при 4° достигаетъ наибольшей величины, или максимума, это имѣетъ весьма важное значеніе въ экономіи природы.

Ученикъ. Что же можетъ зависѣть въ природѣ отъ такой незначительной разницы въ колебаніи плотности воды?

Учитель. Когда какое-нибудь водохранилище, напр., озеро находится зимой въ покойномъ состояніи и начинаетъ

съ поверхности охлаждаться, то болѣе холодныя массы воды опускаются первоначально внизъ, пока вся вода не приметъ темературы въ 4°. При дальнѣйшемъ охлажденіи болѣе холодная вода будетъ оставаться на поверхности, пока не застынетъ, а внизу температура воды остается равной 4° С. точно такимъ же образомъ, какъ ты это видѣлъ въ опытѣ съ ведромъ.

Ученикъ. И рыбамъ поэтому не особенно холодно.

Учитель. Это не такъ важно. Но если бы это не имѣло мѣста, то ледъ, въ концѣ концовъ, осѣлъ бы на дно озера, и оно насквозь промерало бы вмѣсто того, чтобы образовать ледяной слой только на поверхности. Рыбы должны были бы тогда погибнуть, и таяніе льда весной происходило бы болѣе продолжительное время. Въ быстрыхъ рѣкахъ, гдѣ вода постоянно перемѣшивается, она можетъ въ суровую зиму охладиться до 0°; въ такомъ случаѣ образуется трунтовой ледъ, который можетъ затѣмъ подняться на поверхность, если только масса его достаточно разростется.

Ученикъ. Я думалъ, что ледяной покровъ на озерѣ образуется потому, что ледъ плаваетъ на водѣ.

Учитель. И это обстоятельство оказываетъ вліяніе на непромерзаемость озеръ. — Такимъ образомъ, мы подошли къ разсмогрѣнію свойствъ льда. Ты знаешь, что при 0° вода превращается въ ледъ. Но я покажу тебѣ сейчасъ, что это не всегда такъ бываетъ. Я смѣшиваю измельченный ледъ съ небольшимъ количествомъ поваренной соли. Благодаря такой примѣси температура спускается ниже 0° и тѣмъ ниже, чѣмъ больше поваренной соли я прибавляю. Теперь дай мнѣ твой водяной термометръ и ртутный термометръ. Моя охладительная смѣсь имѣетъ температуру—5°; я погружаю въ нее шарикъ и дамъ водѣ охладиться.

Ученикъ. Она застынетъ и разорветъ шарикъ!

Учитель. Ты выдуешь тогда новый. Но тебѣ пришлось бы долго ждать,—вода не застываетъ.

Ученикъ. Почему же?

Учитель. До тѣхъ поръ, пока нѣтъ готоваго льда, воду можно охладить значительно ниже 0°, и она все-таки не

застынетъ. Но если до нея дотронуться кусочкомъ льда, тогда вода начнетъ застывать.

Ученикъ. Почему это такъ?—Извини, мнѣ слѣдуетъ иначе спросить: отъ чего это зависитъ?

Учитель. Это довольно сложный вопросъ. Ты знаешь, что каждый разъ, когда вода и ледъ одновременно находятся вмѣстѣ, температура всегда устанавливается на 0°. Если бы ты сталъ охлаждать ниже 0° одну воду, то могъ бы образоваться ледъ, но это не обязательно. Это весьма общее положеніе: когда условія таковы, что могутъ образоваться новыя вещества или формы, то, вообще говоря, это происходитъ не само по себѣ, и обыкновенно является возможность въ большей или меньшей степени перейти границу превращенія. Но разъ уже имѣются новыя вещества, переступить границу превращенія невозможно, ибо количество новыхъ веществъ начинаетъ увеличиваться.

Ученикъ. Но это собственно не объясненіе, а просто описаніе даннаго явленія.

Учитель. Совершенно вѣрно. Ты знаешь теперь, при какихъ условіяхъ наступаютъ и какъ протекаютъ подобные процессы. Чего же тебѣ еще надо? Когда ты основательнѣе познакомишься съ химіей, то ты узнаешь еще другія и болѣе глубокіе причины этихъ явленій и тогда уже во всѣхъ отношеніяхъ усвоишь всѣ условія, и будешь направлять ихъ, и пользоваться ими по своему усмотрѣнію. Это все, что можетъ дать наука, да этого и вполнѣ достаточно. Чтобы впредь намъ легче было говорить объ этихъ процессахъ, я укажу тебѣ, какъ они называются. Тотъ опытъ, который мы продѣлали съ водой, можетъ служить примѣромъ переохлажденія.

Ученикъ. Я вижу, мнѣ предстоитъ изучить еще очень многое!

Учитель. Пословица гласитъ: вѣкъ живи—вѣкъ учись.— Итакъ, ледъ плаваетъ на водѣ. Что же ты изъ этого выводишь?

Ученикъ. Что ледъ легче воды.

Учитель. Ты полагаешь, что вода при замерзаніи теряетъ въ вѣсѣ?

Ученикъ. Нѣтъ... вода, вытѣсненная льдомъ, вѣситъ больше, чѣмъ ледъ.

Учитель. ... Если его погрузить въ воду. Другими словами: образующійся при замерзаніи воды ледъ занимаетъ бо́льшій объемъ, сравнительно съ объемомъ, который раньше занимала вода. Разница довольно велика: десять объемовъ воды даютъ болѣе одиннадцати объемовъ льда. Это также одна изъ особенностей воды. Другія вещества при затвердѣваніи уплотняются и въ твердомъ состояніи тонутъ въ расплавленной массѣ собственнаго вещества.

Ученикъ. Не стоитъ ли это въ связи съ расширеніемъ воды ниже 4°?

Учитель. Надъ этимъ вопросомъ многіе задумывались; но до сихъ поръ нельзя еще съ увѣренностью на него отвѣтить. Вѣроятно, это такъ.—Наблюдалъ ли ты когда нибудь, какъ начинаетъ замерзать вода?

Ученикъ. Ты говоришь про тотъ случай, когда она только немного еще застыла? Тогда по поверхности расходятся длинныя иглы или кружевные узоры. Я часто наблюдалъ это въ лужахъ.

Учитель. Все это будутъ кристаллы, потому что ледъ есть кристаллическое тѣло.

Ученикъ. Я знаю, мнѣ приходилось нерѣдко видѣть большіе кристаллы снѣга. Всѣ они похожи на звѣздочки съ шестью лучами или на шестиугольныя пластинки.

Учитель. Совершенно вѣрно. Здѣсь имѣются у меня фотографическіе снимки съ кристалловъ снѣга (рис. 35).

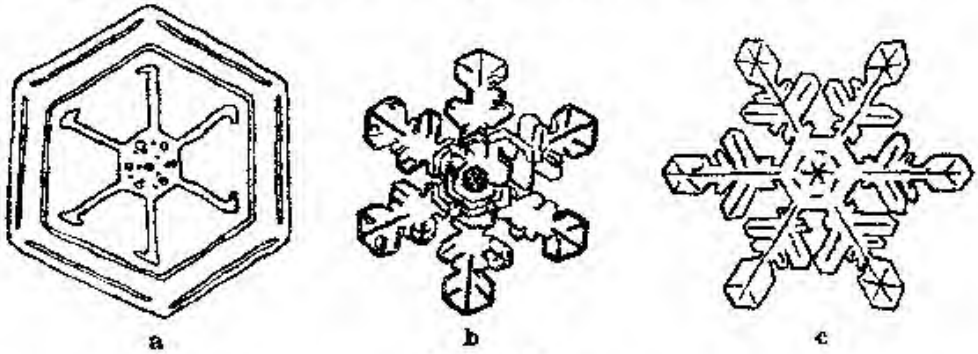

Рис. № 35.

И ледяные узоры на окнахъ есть также кристаллы льда.

Ученикъ. Но на нихъ не замѣтно правильныхъ плоскостей.

Учитель. Такъ какъ вода на оконныхъ стеклахъ застываетъ очень быстро, то кристаллы не могутъ выдѣлиться правильными со всѣхъ сторонъ. Но иной разъ удается замѣтить на такихъ мѣстахъ, гдѣ стекло почти прозрачно, довольно правильные кристаллы, медленно выдѣлившіеся изъ водяныхъ паровъ воздуха.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, иней тоже состоитъ изъ кристалловъ?

Учитель. Конечно. Когда солнце свѣтитъ на иней, то оно отражается отъ плоскостей кристалловъ, и тогда можно наблюдать прекрасный блескъ. И пласты льда на поверхности рѣкъ и озеръ оказываются при ближайшемъ изслѣдованіи кристаллическими. Ледъ, какъ и жидкая вода, окрашенъ въ голубой цвѣтъ.

Ученикъ. Но снѣгъ совершенно бѣлаго цвѣта! Постой, я знаю почему: потому что онъ состоитъ изъ мелкихъ частичекъ (стр. 9). Я припоминаю теперь, что большія глыбы льда, которыя провозятъ зимой по улицѣ, имѣютъ въ нѣкоторыхъ направленіяхъ ясно выраженный свѣтло-голубой оттѣнокъ.

Учитель. Съ высокихъ горъ, покрытыхъ вѣчными снѣгами, спускаются въ долины леляныя массы; ихъ называютъ глетчерами. При своемъ движеніи они часто раскалываются, и на изломахъ можно видѣть прекрасный голубой цвѣтъ.

Ученикъ. Потому что лучи свѣта проходятъ тамъ черезъ мощныя толщи льда.

Учитель. Вѣрно.— Теперь побесѣдуемъ подробнѣе о таяніи льда. Я беру кусокъ толстой жести и кладу его на треножникъ надъ горящей спиртовой лампочкой. Затѣмъ беру два одинаковыхъ стакана или двѣ колбы и наполняю одинъ изъ нихъ льдомъ, другой — равнымъ по вѣсу количествомъ воды, охлажденной до 0° С. Оба ставлю на жесть симметрично, чтобы каждый получалъ снизу одинаковое количество тепла. Въ каждый кладу по термометру. Теперь можно начать наблюденіе (рис. 36).

Ученикъ. На что долженъ я обратить вниманіе?

Учитель. На то, что ледъ поглощаетъ массу тепла, ничуть не нагрѣваясь при этомъ.

Ученикъ. Какъ же это возможно?

Учитель. Смотри, въ стаканѣ съ водой ртуть поднялась съ 0° до 20°, а во льду все еще стоитъ на 0°.

Ученикъ. Такъ оно и должно быть, ибо здѣсь вода находится вмѣстѣ со льдомъ, и потому температура должна равняться 0°.

Учитель. Совершенно вѣрно. Не смотря на то, что ледъ поглотилъ такое количество тепла, какое потребовалось, чтобы нагрѣть воду отъ 0° до 20°, онъ все-таки не сталъ теплѣе. Что же произошло со льдомъ?

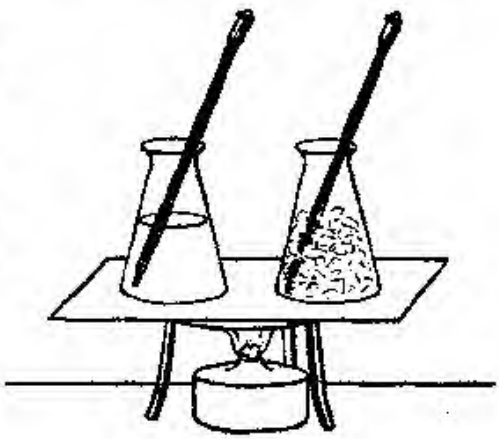

Рис. № 36.

Ученикъ. Часть его растаяла. Значитъ, на таніе льда расходуется теплота; она дѣйствительно расходуется?

Учитель. Конечно. Что такое теплота?

Ученикъ. Особый родъ энергіи, или работы. Значитъ, чтобы превратить ледъ въ воду, необходимо затратить работу.

Учитель. Совершенно вѣрно. Прежде, когда понятіе энергіи еще не было установлено, всегда удивлялись этому явленію и говорили, что здѣсь нельзя замѣтить теплоту при помощи термометра, но все-таки она должна здѣсь находиться и только скрылась пока; такую теплоту называли скрытой теплотой. И до сихъ поръ еще пользуются этимъ неправильнымъ названіемъ, хотя прежнее ложное представленіе уже замѣнили новымъ.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы усвоить это возможно лучше.

Учитель. Ты знаешь, что вообще для того, чтобы измѣнить данное состояніе, всегда необходимо затратить работу, или энергію; такъ и въ этомъ случаѣ. Если ты, напр.,

желаешь превратить кусокъ сахару въ порошокъ, то ты долженъ затратить на это работу, какъ и въ тоыъ случаѣ, когда ты желаешь сломать палку или согнуть проволоку. Значить, чтобы расплавить ледъ, надо затратить работу, и эта работа ыожетъ быть доставлена въ видѣ теплоты.

Ученикъ. Нельзя ли совершить эту работу другимъ способомъ?

Учитель. Конечно. Если два куска льда тереть другъ о друга при 0°, то они начнутъ плавиться.—Такъ, теперь ледъ растаялъ, и температура поднялась немного выше 0°. Другой термометръ показываетъ около 80°. Замѣть себѣ: количество тепла, необходимое для нагрѣванія 1 грамма воды на одинъ градусъ, называется калоріей (Kalorie), сокращенно пишется cal. Чтобы 1 граммъ воды нагрѣть до 80°, надо затратить 80 cal., чтобы нагрѣть 200 граммъ воды на 30°, надо $200 \times 30 = 6000$ cal. Слѣдовательно, количество тепла можно опредѣлить, помножая число, указывающее разницу температуръ (считая въ градусахъ С), на число граммовъ воды.

Ученикъ. Я понялъ это. А если вода станетъ холоднѣе?

Учитель. Это укажетъ, что выдѣлилось такое количество тепла, какое соотвѣтствуетъ пониженію температуры при данномъ количествѣ воды.—Итакъ, въ нашемъ опытѣ вода оказалась нагрѣтой до 80° тѣмъ же самымъ количествомъ тепла, какое потребовалось, чтобы превратить въ воду точно такое же количество льда. Значитъ, каждый граммъ воды поглотилъ 80 cal., и каждый граммъ льда — столько же. Слѣдовательно, для того, чтобы превратить одинъ граммъ льда въ воду, имѣющую температуру 0°, неоходимо затратить 80 cal. Другими словами, 80 cal. представляютъ работу плавленія, или теплоту плавленія льда. Пользуясь прежнимъ названіемъ, о которомъ я тебѣ говорилъ, можно сказать, что 80 cal.—скрытая теплота льда.

Ученикъ. Но вѣдь это число относится только къ 1 грамму льда.

Учитель. Совершенно вѣрно. Такія числа предпочитаютъ относить къ единицаиъ вѣса; стóить только такое чи-

ело помножить на вѣсовое количество вещества, чтобы получить число, соотвѣтствующее данному количеству вещества. Ты убѣдишься сейчасъ въ этомъ на практикѣ. Отвѣсимъ въ стаканѣ 500 гр. воды и, кромѣ того, еще кусокъ льда, измѣривъ предварительно температуру воды чувствительнымъ термометромъ. Температура равна 18,7°, а кусокъ льда вѣситъ 34 гр. Теперь кладу ледъ въ воду и начинаю осторожно помѣшивать ее термометромъ до тѣхъ поръ, пока не растаетъ ледъ. Ртуть въ термометрѣ опустилась и показываетъ 12,4°. Изъ этихъ данныхъ можно вычислить скрытую теплоту плавленія льда.

Ученикъ. Позволь, я попробую это сдѣлать. 500 гр. воды охладились на 18,7—12,4 = 6,3°; на это израсходовано 500×6,3 = 3150 калорій, благодаря которымъ растаяло 34 гр. льда. Слѣдовательно, на каждый граммъ льда приходится 93 калоріи. Вѣрно?

Учитель. Приблизительно, но не вполнѣ точно. Подъ теплотой плавленія разумѣютъ теплоту, которая необходима для того, чтобы 1 гр. льда, имѣющаго температуру 0°, превратить въ воду, температура которой также должна равняться нулю градусовъ. Температура нашей ледяной воды въ концѣ опыта равнялась не 0°, а вмѣстѣ съ ранѣе отвѣшенной водой 12,4°. Слѣдовательно, ты получилъ слишкомъ большую величину для теплоты плавленія.

Ученикъ. Да, я понимаю. Какъ же это исправить?

Учитель. Слѣдуетъ принять въ разсчетъ все, что произошло. 500 гр. воды дѣйствительно потеряли 500×6,3 = 3150 калорій. Изъ нихъ 34×12,4 = 422 калоріи потрачены на согрѣваніе ледяной воды, и только разница, 3150 — 422 = 2728 калорій,—израсходована на плавленіе. Эта разница, дѣленная на 34, даетъ 80 калорій, какъ теплоту плавленія льда.

Ученикъ. Я убѣждаюсь опять, что производить опыты легче, нежели дѣлать изъ нихъ правильные выводы.

Учитель. Собственно, мы еще далеки отъ истины. Мы не приняли во вниманіе, что не только 500 гр. воды охладились, но также и термометръ и стаканъ. Затѣмъ, мы не приняли во вниманіе, что стаканъ съ холодной водой постепенно нагрѣвался здѣсь въ комнатѣ, и, такимъ обра-

зомъ, за все то время, пока таялъ ледъ, извнѣ поглощалась теплота, и, значитъ, пониженіе температуры, которое мы наблюдали, слишкомъ мало. И это еще не все, на что слѣдовало бы намъ обратить вниманіе; но не стану больше перечислять всѣхъ деталей, чтобы не запутать тебя.

Ученикъ. Я и такъ уже сбился съ толку и не могу понять: какъ это находятся такіе люди, которые могутъ все это знать и правильно дѣлать.

Учитель. Ты вѣдь не умѣешь также точить на токарномъ станкѣ или рисовать красками; и прежде чѣмъ ты научился ѣздить на велосипедѣ, это казалось тебѣ чрезвычайно труднымъ. Умѣть производить точныя измѣренія тоже особое искусство, которому слѣдуетъ учиться и которому все-таки вполнѣ никогда не научишься.—Точныя измѣренія дали для теплоты плавленія льда 81 калорію.

---

21. Водяной паръ.

Учитель. Сегодня будемъ бесѣдовать о водяномъ парѣ.

Ученикъ. Значитъ, опять о водѣ! Если мы будемъ тратить такъ же много времени на всѣ остальныя вещества, то я не особенно далеко подвинусь въ изученіи химіи.

Учитель. Вода служитъ намъ примѣромъ, на которомъ мы знакомимся со свойствами веществъ при различныхъ условіяхъ. Всѣ свойства, подчиненныя извѣстнымъ законамъ, какъ, напр., плавленіе и затвердѣваніе, повторяются въ томъ же порядкѣ для всѣхъ веществъ; поэтому тебѣ уже не придется тогда изучать ихъ вновь.

Ученикъ. Но почему же мы именно на водѣ знакомимся со всѣми этими свойствами веществъ?

Учитель. Изъ всѣхъ веществъ, какія только существуютъ, вода наиболѣе подробно изучена и потому лучше извѣстна.

Ученикъ. Почему же именно воду избрали для этого?

Учитель. Потому что она встрѣчается на землѣ въ такихъ громадныхъ количествахъ. Подумай только: поверхность земли принимаетъ совершенно иной видъ, когда температура падаетъ ниже 0°, нежели въ тѣхъ случаяхъ, когда температура поднимается выше 0°. И все это зависитъ только отъ того, что вода при 0° замерзаетъ. Такое различіе обнаруживается не только въ появленіи снѣга и льда, но и жизнь растеній пріостанавливается при температурѣ ниже 0°, потому что водянистые соки не могутъ болѣе въ нихъ двигаться.

Ученикъ. Да, я вижу, что вода всюду оказываетъ свое вліяніе.

Учитель. Къ тому же, такъ какъ вода находится всюду въ большомъ количествѣ, то ее можно получить въ болѣе чистомъ видѣ, нежели другія вещества. Поэтому же ею особенно удобно пользоваться для сравненія съ другими веществами при сопоставленіи извѣстныхъ свойствъ. Ты уже знакомъ съ такимъ примѣненіемъ воды для градуированія термометровъ и для опредѣленія плотностей. И въ отношеніи нѣкоторыхъ другихъ свойствъ вода считается «нормальнымъ веществомъ». Какъ видишь, мы имѣемъ полное основаніе изучать свойства воды гораздо подробнѣе, нежели свойства другихъ веществъ. Итакъ, займемся снова кипѣніемъ воды.

Ученикъ. Развѣ оно представляетъ еще что-нибудь особенное? Я прекрасно запомнилъ, что вода кипитъ при 100° С., независимо отъ величины пламени, которое горитъ подъ ней.

Учитель. Ты это сейчасъ увидишь. Я нагрѣваю воду въ колбѣ до кипѣнія и, когда она закипитъ, закупориваю колбу пробкой. Что теперь произойдетъ?

Ученикъ. Давленіе пара будетъ увеличиваться, и, въ концѣ концовъ, колбу разорветъ.

Учитель. Вѣрно. Поэтому убираю лампочку и дамъ колбѣ остыть. Чтобы это ускорить, обливаю колбу водой. Что ты замѣчаешь?

Ученикъ. Довольно странно! Вода снова начинаетъ кипѣть!

Учитель. Еще разъ обливаю водой, и кипѣніе опять продолжается. Теперь все настолько охладилось, что колбу можно взять въ руки, не боясь ихъ обжечь. Температура воды равна приблизительно 50° и, все-таки, она начинаетъ кипѣть каждый разъ, когда я обливаю верхнюю часть колбы холодной водой.

Ученикъ. Я дѣйствительно не могу этого понять.

Учитель. Почему? Вѣдь то, что ты видишь, есть дѣйствительность.

Ученикъ. Но я училъ, что вода кипитъ при 100°, а здѣсь она кипитъ значительно ниже.

Учитель. Что должень ты изъ этого заилючить?

Ученикъ. Что вода можетъ кипѣть при самой различной температурѣ. Но это глупость!

Учитель. Почему?

Ученикъ. Потому что раньше, независимо отъ величины пламени, вода все время имѣла температуру 100°.

Учитель. Вѣрно! Когда замѣчаютъ, что данное явленіе измѣнилось, то слѣдуетъ заключить, что измѣнилось какое-либо условие, въ зависимости отъ котораго находится само явленіе. Посмотри ввимательнѣе, какая равница въ кипѣніи воды теперь и раньше?

Ученикъ. Раньше мы вызывали кипѣніе нагрѣваніемъ, а теперь охлажденіемъ.

Учитель. Само по себѣ охлажденіе не производитъ такого дѣйствія, ибо, въ противномъ случаѣ, кипящая вода въ колбѣ должна была бы продолжать кипѣть все время и послѣ того, какъ мы потушили или отставили пламя. Не замѣчаешь ли ты еще какой-нибудь существенной разницы?

Ученикъ. Да, ты закупорилъ колбу. Но развѣ кусочекъ пробки можетъ имѣть вліяніе на кипѣніе?

Учитель. Вынь теперь пробку.

Ученикъ. Она вытаскивается съ трудомъ; при этомъ слышно шипѣніе, какъ будто воздухъ съ силой всасывается внутрь.

Учитель. Значить, въ колбѣ образовалось разряженное пространство. Сообрази, отчего?

Ученикъ. Я понимаю. При кипѣніи воды пары вытѣснили воздухъ, а затѣмъ ты закупорилъ колбу, и воздухъ уже не могъ болѣе въ нее попасть.

Учитель. Вѣрно. Въ колбѣ находилась только вода и паръ. А когда я лилъ на верхнія стѣнки колбы воду, пары сгущались, давленіе становилось меньше, и вода должна была кипѣть.

Ученикъ. Значитъ, если уменьшить давленіе, то вода можетъ кипѣть при любой температурѣ?

Учитель. Вода кипитъ при любомъ давленіи, и каждому давленію соотвѣтствуетъ точно опредѣленная температура. Когда давленіе точно равняется одной атмосферѣ, температура кипѣнія отвѣчаетъ 100°. На высокихъ горахъ, гдѣ давленіе значительно меньше, кипящая вода не нагрѣвается такъ сильно, чтобы можно было въ ней вполнѣ сварить мясо.

Ученикъ. Я хотѣлъ бы посмотрѣть еще нѣсколько подобныхъ опытовъ.

Учитель. Сейчасъ покажу тебѣ. Я вставилъ въ горлышко нашей колбы пробку съ отверстіемъ, чрезъ которое проходитъ согнутая два раза подъ прямымъ угломъ стеклянная трубка; внѣшнее колѣно ея равно 80 сант. (рис. 37). Конецъ трубки погружаю въ чашку съ ртутью и начинаю подогрѣвать колбу. Ты слышишь, какъ сначала пузырьки воздуха проходятъ черезъ ртуть. Теперь слышенъ другой шумъ, а теперь раздается металлическій звукъ.

Ученикъ. Отъ чего это зависитъ?

Учитель. Водяной паръ почти уже совсѣмъ не содержитъ воздуха. Когда онъ входитъ въ холодную ртуть, то внезапно превращается въ жидкую воду, при этомъ ртуть облекающая пузырьки пара, быстро смыкается и производитъ металлическій звукъ. Когда былъ еще воздухъ, онъ попадалъ въ пузырьки пара и препятствовалъ металлу ударяться о металлъ. Теперь опять отставляю пламя и снова, поливая колбу холодной водой, могу вызвать кипѣніе воды.

Ученикъ. Для чего ты опустилъ конецъ трубки въ ртуть?

Учитель. Наблюдай за тѣмъ, что тамъ происходитъ, когда я обливаю колбу.

Ученикъ. Въ моментъ обливанія ртуть внезапно поднимается вверхъ, затѣмъ, во время кипѣнія, она нѣсколько спускается, но все-таки стоитъ выше, нежели прежде.

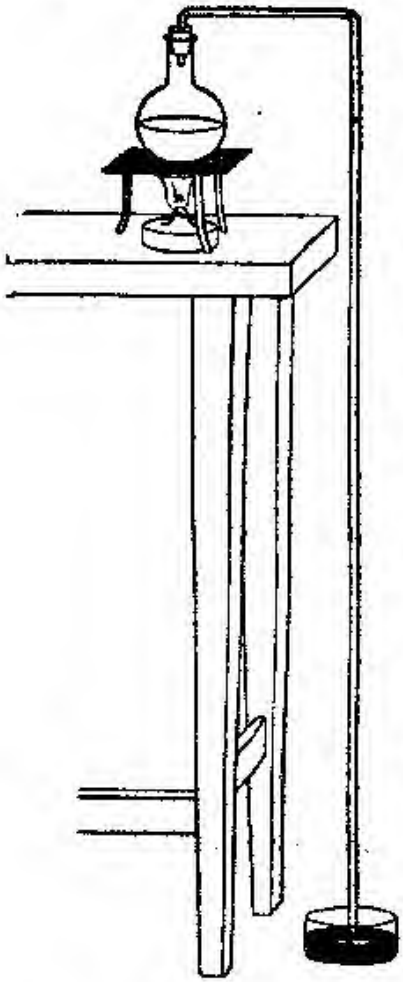

Рис. № 37.

Учитель. Теперь передъ тобой происходитъ все то, о чемъ я тебѣ раньше говорилъ. Чѣмъ меньше становится давленіе внутри колбы, тѣмъ выше поднимается ртуть. Она стоитъ наиболѣе высоко, когда я лью воду на колбу; затѣмъ начинается кипѣніе, благодаря этому образуется паръ, который снова заполняетъ пространство, давленіе увеличивается, и ртуть опускается.

Ученикъ. Но почему ртуть съ каждымъ разомъ подимается все выше?

Учитель. Потому что каждый разъ, когда я обливаю колбу, вода въ ней становится все холоднѣе. По этой же причинѣ давленіе пара уменьшается. И только когда иновь уменьшимъ давленіе, вода можетъ опять закипѣть.

Ученикъ. Слѣдовательно, кипѣніе начинается тогда, когда давленіе, производимое на воду, становится меньше давленія паровъ воды. Ты киваешь головой, значитъ—это вѣрно. Но что же такое, собственно, давленіе пара? Вѣдь въ колбѣ находится только паръ.

Учитель. Представь себѣ пустое пространство, т.-е. такое, въ которомъ совсѣмъ нѣтъ давленія. Ты вводишь въ него немного воды; она превратится частью въ паръ. Но это будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока пространство въ извѣстной степени не наполнится паромъ; тогда испаре-

ніе прекратится. Количество пара будетъ увеличиваться до тѣхъ поръ, пока онъ не достигнетъ опредѣленной плотности въ данномъ пространствѣ и пока не будетъ производить опредѣленнаго давленія. Какъ велика эта плотность и давленіе,—это зависитъ исключительно отъ температуры. При 0° давленіе очень мало, оно могло бы поднять ртуть всего на 4 миллиметра. При 100° оно такъ велико, что можетъ преодолѣть давленіе воздуха.

Ученикъ. А выше 100°? Можно ли вообще еще сильнѣе нагрѣть воду?

Учитель. Конечно можно, стóитъ только не выпускать паръ и тѣмъ увеличить давленіе. Это происходитъ, наприм., въ паровыхъ котлахъ. Когда давленіе въ два раза превышаетъ давленіе воздуха, то вода кипитъ при 121°, а если вода кипитъ при 180°, то давленіе въ десять разъ больше. Устройство паровой машины основано на примѣненіи давленія пара. Ты можешь узнать давленіе въ каждомъ пароводомъ котлѣ, стоитъ только заглянуть на стрѣлку аппарата, который придѣланъ къ котлу и очень похожъ на часы. Такой опредѣлитель давленія называется манометромъ.

Ученикъ. Я уже видѣлъ такіе аппараты. Что означаютъ буквы атм. (Atm), которыя обыкновенно стоятъ тамъ?

Учитель. Это сокращеніе слова атмосфера (Atmosphäre). Подъ атмосферой разумѣютъ давленіе, производимое воздухомъ на поверхности земли. 5 атмосферъ означаютъ, слѣдовательно, давленіе въ пять разъ превышающее давленіе воздуха.—Паромъ пользуются еще, помимо приведенія въ дѣйствіе машинъ, также для отопленія. Знаешь, на чемъ оно основано?

Ученикъ. На томъ, что паръ нагрѣтъ до 100°.

Учитель. Этого мало; онъ можетъ дать тепла гораздо больше, чѣмъ вода, нагрѣтая до 100°.

Ученикъ. Здѣсь, вѣроятно, существуетъ такая же зависимость, какъ у воды и льда?

Учитель. Совершенно вѣрно. Чтобы воду, нагрѣтую до 100°, превратить въ паръ такой же температуры, требуется очень большое количество работы, которую можно

сообщить въ видѣ теплоты. Сдѣлаемъ приблизительное определеніе. Нагрѣвая извѣстное количество воды въ теченіе опредѣленнаго времени на спиртовой лампочкѣ, мы можемъ опредѣлить на основаніи повышенія температуры воды въ данный промежутокъ, какое количество тепла отдаетъ лампочка въ одну минуту. Затѣмъ нагрѣваемъ воду на той же лампочкѣ до кипѣнія и дадимъ ей прокипѣть опредѣленное время; потомъ взвѣсимъ ее и по потерѣ въ вѣсѣ узнаемъ, сколько образовалось пара; а отсюда опредѣлимъ, сколько калорій надо затратить для полученія одного грамма пара.

Ученикъ. Мнѣ хотѣлось бы самому продѣлать этотъ опытъ; какую посуду слѣдуетъ взять?

Учитель. Возьми колбу и отвѣсь въ ней 200 гр. воды. Я опускаю въ воду термометръ и опредѣляю ея температуру; она равна 18°. Лампочка зажжена уже нѣкоторое время и теперь горитъ равномѣрно. Я ставлю ее подъ колбу; черезъ 15 минутъ опредѣлимъ температуру воды. — Такъ, какова теперь температура воды? Помѣшай сначала!

Ученикъ. 78°. Значитъ, повысилась въ теченіе 15 минутъ на 60°, а на одну минуту приходится повышеніе въ 4°. Такъ какъ воды взято 200 гр., то лампочка расходуетъ на ея нагрѣваніе 800 кал. въ минуту.

Учитель. Вѣрно!—Теперь вода начинаетъ кипѣть, и я замѣчаю время. Спустя 10 минутъ отставляю лампочку и даю водѣ немного остыть. Вѣсы указываютъ потерю въ 14 гр. Сколько же калорій требуется для полученія 1 гр. пара?

Ученикъ. Въ 10 минутъ, по 800 калорій въ минуту, израсходовано 8000 калорій; 8000 раздѣлить на 14, получается 571 съ дробью.

Учитель. Довольно хорошо. Точное число—537 кал. Мы получили больше по той причинѣ, что колба, нагрѣтая до 100°, потеряла больше тепла, нежели при нагрѣваніи отъ 18° до 78° въ первой части опыта.

Ученикъ. Я уже представляю себѣ, что и здѣсь, для полученія точныхъ чиселъ, слѣдуетъ принять во вниманіе еще цѣлый рядъ другихъ обстоятельствъ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Въ данномъ случаѣ измѣреніе обставлено еще бо́льшими трудностями, чѣмъ при опредѣленіи теплоты плавленія льда. Но им не будемъ теперь на этомъ останавлинаться. Какъ видишь, теплота испаренія воды значительно превышаетъ теплоту плавленія; она почти въ семь разъ больше.

Ученикъ. Да, теплотѣ плавленія соотвѣтствуетъ 81 кал.

Учитель. Поэтому-то паромъ и удобво пользоваться для цѣлей отопленія: тепло можно по желанію направлять изъ одного мѣста въ другое, при чемъ не приходится перемѣщать много тяжелыхъ горюяихъ натеріаловъ. Паръ получаютъ въ паровомъ котлѣ и проводятъ по трубамъ въ тѣ мѣста, которыя желаютъ нагрѣть. Въ школахъ и другихъ общественныхъ зданіяхъ очень часто устраиваютъ подобное паровое отопленіе. Стоитъ лишь повернуть кранъ, чтобы нагрѣть зданіе или прекратить нагрѣваніе его.

Ученикъ. Но когда паръ отдаетъ свою теплоту, то онъ превращается въ воду; куда же она дѣвается?

Учитель. Ее проводятъ по другимъ трубамъ обратно въ котелъ. Вода цирнулируетъ по трубамъ какъ по кругу; а теплота расходится изъ котла въ тѣ мѣста, гдѣ она требуется, и тамъ остается. Это можно сравнить съ движеніемъ поршневаго шатуна у локомотива; онъ направляется отъ цилиндра къ точкѣ приложенія работы на колесѣ и снова возращается обратно, а работа остается тамъ, на колесѣ.

Ученикъ. Въ вагонахъ, вѣроятно, тоже устроено паровое отопленіе? Зимой часто видно, какъ между вагонами выдѣляется паръ.

Учитель. Да, тамъ утилизируютъ отработавшій паръ, остающійся въ цилиндрѣ локомотива. — Итакъ, мы изучили воду во всѣхъ ея трехъ формахъ состоянія. Но ея значевіе для насъ далеко не исчерпывается этимъ. Изъ другихъ ея свойствъ наиболѣе важнымъ для насъ является, прежде всего, ея способность растворять другія вещества. Ты помнишь еще, что училъ объ этомъ?

Ученикъ. Это было что-то странное. Ахъ, да, вода насыщается, когда что-нибуь растворяетъ.

Учитель. Вырази это точнѣе.

Ученикъ. Если воду смѣшать съ чѣмъ-нибудь, что она растворяетъ, то лишь опредѣленное количество вещества переходитъ въ растворъ, и тогда вода является уже насыщенной и не можетъ болѣе растворять.

Учитель. А если ты возьмешь воды въ три раза больше?

Ученикъ. То въ три раза больше растворится.

Учитель. Вѣрно. Но это относится только къ опредѣленной температурѣ; если же ты нагрѣешь растворъ...

Ученикъ. То вода можетъ растворить больше.

Учитель. Это вѣрно не для всѣхъ случаевъ. Хотя большинство веществъ относится подобнымъ образомъ, но есть и такія, растворимость которыхъ одинакова для различныхъ температуръ. Такимъ веществомъ оказывается поваренная соль; она почти въ одинаковыхъ количествахъ растворяется въ холодной и теплой водѣ.

Ученикъ. А есть такія вещества, которыя, наоборотъ, въ теплой водѣ менѣе растворимы?

Учитель. Есть и такія, но ихъ очень мало.

Ученикъ. Какія вещества растворимы въ водѣ и какія нерастворимы?

Учитель. Строго говоря, всѣ вещества растворимы. Но есть очень много такихъ, которыя растворяются въ самыхъ ничтожныхъ количествахъ, и нужны очень точные пріемы, чтобы это замѣтить.

Ученикъ. Но вѣдь стекло не можетъ растворяться въ водѣ!

Учитель. Какъ разъ стекло растворяется въ замѣтномъ, хотя и ничтожномъ количествѣ.

Ученикъ. А можно это видѣть?

Учитель. Возьми немного сока свеклы и положи на стекло: онъ останется краснымъ. Но если ты станешь растирать стекло въ ступкѣ вмѣстѣ съ сокомъ свеклы, то онъ скоро сдѣлается синимъ, а затѣмъ зеленымъ. Это происходитъ отъ того, что стекло при этомъ растворяется и дѣйствуетъ на сокъ свеклы такимъ образомъ, что онъ окрашивается въ зеленый цвѣтъ.

Ученикъ. Но почему надо растирать?

Учитель. Раствореніе происходитъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ больше поверхность, на которую дѣйствуетъ вода. При измельченіи веществъ поверхность ихъ значительно увеличивается.

Ученикъ. Я и не предполагалъ этого. Но камни, вѣдь, не растворяются въ водѣ?

Учитель. Родниковая и рѣчная вода заключаютъ въ себѣ растворенныя вещества. Что это дѣйствительно такъ, ты можешь убѣдиться, если заглянешь въ кухонный котелъ, на которомъ осѣли постороннія вещества въ видѣ сѣрой корки, называемой накипью.

Ученикъ. Да, я видѣлъ въ прошлый разъ, какъ отбивали накипь. Она очень прочно держалась.

Учитель. Эти постороннія вещества попадаютъ въ воду изъ горныхъ породъ, чрезъ которыя протекаетъ вода, прежде чѣмъ выйти на дневную поверхность; первоначально же вода была чистой, дестиллированной.

Ученикъ. Развѣ? Кто же ее дестиллировалъ?

Учитель. Вода источниковъ есть ничто иное, какъ дождевая вода, упавшая на поверхность земли, просочившаяся черезъ поверхностные слои и снова выступившая въ болѣе нвакомъ мѣстѣ на дневную поверхность. А откуда идетъ дождь?

Ученикъ. Изъ облаковъ.

Учитель. Да; а облака образуются сгущеніемъ паровъ воды, находящихся въ воздухѣ. Слѣдовательно, дождевая вода является дѣйствительно дестиллированной, даже— свѣжедестиллированной. Но въ томъ ея видѣ, въ какомъ ты ее получаешь, собирая воду, стекающую съ крыши по желобамъ, она является не всегда особенно чистой, такъ какъ содержитъ примѣси и пыль, смытыя съ крыши.— Какъ попадаетъ вода въ облака?

Ученикъ. Она испаряется на поверхности земли и поднимается вѣтромъ вверхъ.

Учитель. До извѣстной степени это вѣрно. Но для испаренія нужна теплота, и ты недавно видѣлъ даже, сколько калорій для этого требуется. Откуда же заимствуетъ она эту теплоту?

Ученикъ. Вѣроятно, это будетъ солнечная теплота.

Учитель. Вѣрно. Такъ какъ лучи солнца могутъ нагрѣвать то, что встрѣчаютъ на своемъ пути, то они представляютъ особый родъ энергіи, которую называютъ свѣтомъ, или лучистой энергіей. Слѣдовательно, солнце совершаетъ работу: ово вызываетъ испареніе воды и поднимаетъ пары ея вверхъ. Когда вода снова выпадаетъ въ видѣ дождя или снѣга, то она можетъ частью возмѣстить эту работу, напр., если она будетъ приводить въ движеніе мельницу.

Ученикъ. Значитъ, мельница, собственно, приводятся въ движеніе солнцемъ?!

Учитель. Совершенно вѣрно. Если бы оно не свѣтило, то всѣ потоки должны были бы прекратить свое существованіе. И вѣтряныя мельницы приводятся въ движеніе солнцемъ, потому что вѣтры возникаютъ благодари дѣйствію солнца.

Ученикъ. Какая тѣсная зависимость существуетъ между всѣмъ этимъ! На солнце и на дождь я буду теперь смотрѣть совсѣмъ другими глазами!

Учитель. Впослѣдствіи ты еще больше узнаешь о тѣсной зависимости многихъ явленій другъ отъ друга.—Но займенея снова свойствоыъ воды растворить различвыя вещества. Если въ водѣ растворено какое-нибудь вещество, то принято говорить о растворѣ этого вещества. Такими растворами пользуются гораздо чаще, чѣмъ самими веществами въ твердомъ видѣ.

Ученикъ. Почему?

Учитель. Вслѣдствіе ихъ химическаго дѣйствія. Въ твердомъ состояніи вещества въ большинствѣ случаевъ не дѣйствуютъ другъ на друга или же—очень медленно и неполно; чтобы они оказывали другъ на друга химическое взаимодѣйствіе, необходимо привести ихъ въ соприкосновеніе въ жидкомъ состояніи. Это достигается двумя способами: плавленіемъ и раствореніемъ. Для того, чтобы расплавить вещество, нужна въ большинствѣ случаевъ высокая температура, которую нелегко получить, тогда какъ приготовить растворъ нетрудно. Кромѣ того, многія вещества при высокой температурѣ часто измѣняются.

Ученикъ. Я уже вижу, что вода играетъ чуть ли не главную роль во всей химіи.

Учитель. Не только въ химіи, но и въ обыденной жизни. Всѣ пищевые продукты содержать воду въ бо́льшемъ или меньшемъ количествѣ. Кофе, чай, молоко, вино, пиво и т. д. представляютъ растворы (частью также механическія смѣси) различныхъ веществъ въ водѣ; кровь и другіе соки тѣла—тоже водные растворы. То же самое слѣдуетъ сказать про жидкости, циркулирующія въ растеніяхъ. Ты знаешь, конечно, что всякое растеніе погибаетъ, когда высохнетъ, т.-е. если его лишать воды. То же относится и ко всѣмъ животнымъ.

Ученикъ. Я никакъ не предполагалъ, что вода является дѣйствительно такимъ важнымъ веществомъ. Значитъ, можно сказать: безъ воды нѣтъ жизни!

Учитель. Вполнѣ можно сказать, но можно также сказать: безъ кислорода нѣтъ жизни, безъ азота нѣтъ жизни, безъ желѣза нѣтъ жизни и т. д... Жизнь представляетъ настолько сложное явленіе, что для того, чтобы сдѣлать ее возможной, одновременно долженъ быть выполненъ цѣлый рядъ условій. Ты можешь представить ее въ видѣ растянутой цѣпи, составленной изъ различныхъ звеньевъ. Достаточно сломаться одному звену, какъ цѣпь разрывается, хотя всѣ остальныя звенья могутъ быть еще достаточно прочны. Такъ же прерывается и жизнь, когда недостаетъ одного изъ необходимыхъ для ея поддержанія факторовъ, и потому ни одинъ изъ нихъ не можетъ считаться самымъ главнымъ.

---

22. Азотъ.

Учитель. Сегодня познакомимся нѣсколько ближе съ воздухомъ.

Ученикъ. Мы изучимъ такимъ образомъ всѣ четыре элемента: сначала шла рѣчь объ огнѣ, затѣмъ о водѣ и землѣ, а теперь о воздухѣ!

Учитель. Древніе греки называли все это элементами, такъ какъ они всюду встрѣчались съ ними, и потому важное значеніе ихъ было внѣ всякаго сомнѣнія. Такъ какъ мы прежде всего тоже желаемъ ознакомиться съ самымъ важнымъ, то естественно должны начать съ нихъ. Что ты знаешь о воздухѣ?

Ученикъ. Воздухъ представляетъ газъ, но онъ не элементъ, а смѣсь газовъ. Онъ состоитъ на одну пятую изъ кислорода, а четыре пятыхъ приходятся на долю другого газа...

Учитель. Который называется азотомъ. Я уже говорилъ тебѣ, что азотъ, подобно кислороду, безцвѣтенъ, не имѣетъ запаха и вкуса, но что онъ не поддерживаетъ горѣнія, чѣмъ отличается отъ кислорода. Кромѣ того, онъ не горючъ и этимъ отличается отъ водорода.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, азотъ не долженъ соединяться ни съ кислородомъ, ни съ другими веществами?

Учитель. Совершенно вѣрно: при обыкновенныхъ условіяхъ онъ не можетъ соединиться. Азотъ является особеннымъ веществомъ: онъ предпочтительно остается свободнымъ, неохотно соединяется съ другими элементами, а если и образуетъ соединенія, то при первой же возможности стремится выдѣлиться въ свободномъ видѣ. Потому-то воздухъ и заключаетъ больше всего свободнаго азота, для котораго, какъ для газа, нѣтъ другого мѣста.

Ученикъ. А развѣ онъ не растворимъ въ водѣ?

Учитель. Очень мало, еще меньше, чѣмъ кислородъ.— Приготовимъ немного азота. Какъ это сдѣлать?

Ученикъ. Стоитъ только удалить изъ воздуха кислородъ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Что слѣдуетъ для этого сдѣлать?

Ученикъ. Ну, можно что-нибудь сжечь въ воздухѣ, напр.,—свѣчу.

Учитель. Это представляетъ много неудобствъ. Во-первыхъ, при этомъ образуются другіе газы, которые останутся въ смѣси съ азотомъ; во-вторыхъ, свѣча потухнетъ значительно раньше, нежели будетъ исчерпанъ весь кислородъ.

У меня есть другое средство, это—фосфоръ (стр. 97). Онъ обладаетъ свойствомъ уже при обыкновенной температурѣ отнимать у воздуха кислородъ до послѣдняго остатка. Я ввожу въ трубку кусочекъ прикрѣпленнаго къ проволокѣ фосфора и ставлю ее надъ водой (рис. 38). Ты видишь, отъ фосфора ввизъ висходитъ туманъ: это продукты окисленія фосфора, заключающіе въ себѣ кислородъ. Одновременно съ этимъ вода начинаетъ медленно подниматься, а приблизительно черезъ часъ туманъ исчезаетъ. Это указываетъ, что весь кислородъ использованъ, и одна пятая заключавшагося въ трубкѣ воздуха исчезла. У меня имѣется здѣсь бутыль, въ которую я вчера еще внесъ кусочекъ фосфора; въ ней заключается теперь азотъ безъ примѣси кислорода.

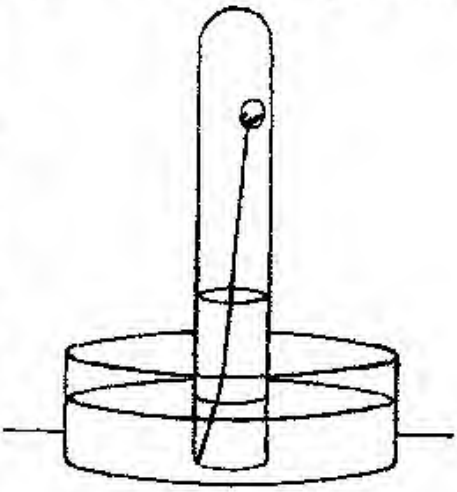

Рис. № 38.

Ученикъ. Онъ имѣетъ такой же видъ, какъ воздухъ.

Учитель. Но ты сейчасъ увидишь, что это не воздухъ. Я вношу въ него горящую лучинку; она гаснетъ, какъ если бы была погружена въ воду.

Ученикъ. Дай мнѣ немного фосфора, я повторю опытъ еще разъ.

Учитель. Я нахожу неудобнымъ дать тебѣ въ руки фосфоръ, такъ какъ онъ очень легко воспламеняется и, кромѣ того, очень ядовитъ. Я укажу тебѣ другое средство. Есть одно соединеніе желѣза, называемое желѣзнымъ купоросомъ; оно представляетъ соль зеленоватаго цвѣта. Если растворить ее въ водѣ и смѣшать растворъ съ известью, то получается жидкая кашица, которая также очень быстро поглощаетъ кислородъ. Я приготовлю такую кашицу въ этой большой бутылкѣ и, закупоривъ послѣднюю, буду ее основательно встрахивать нѣкоторое время. Если затѣмъ погрузить горлышко бутылки въ воду и вынуть проб-

ку, то вода тотчасъ же устремится внутрь; это указываетъ, что часть воздуха исчезла.

Ученикъ. Позволь, я сдѣлаю пробу съ зажженной лучинкой! Дѣйствительно, она тотчасъ же гаснетъ.

Учитель. Кромѣ указанныхъ опытовъ съ азотомъ, я не могу привести тебѣ много другихъ, ибо, вслѣдствіе отсутствія у него способности соединяться, съ нимъ не продѣлаешь никакихъ химическихъ превращеній.

Ученикъ. Можетъ-быть, онъ такъ же легокъ, какъ водородъ?

Учитель. Нѣтъ. Такъ какъ азотъ представляетъ главную составную часть воздуха, то его плотность приблизительно равна плотности воздуха. Онъ немного легче воздуха, ибо кислородъ нѣсколько тяжелѣе его.

Ученикъ. Вообще азотъ является, повидимому, довольно безразличнымъ элементомъ и потому не долженъ имѣть существеннаго значенія для процессовъ, происходящихъ на землѣ.

Учитель. Нѣтъ, въ дѣйствительности дѣло обстоитъ иначе. Азотъ имѣетъ одинаково важное значеніе какъ въ мирное время, такъ и во время войны, ибо онъ образуетъ обязательную составную часть всѣхъ живыхъ существъ, какъ животныхъ, такъ равно и растеній; и кромѣ того, его соединенія представляютъ самую дѣятельную часть пороха, искусственныхъ красящихъ веществъ и множества другихъ продуктовъ, играющихъ важную роль въ промышленности и въ обыденной жизни. Въ то время какъ свободный азотъ не представляетъ никакой цѣнности, такъ какъ его всегда можно извлечь изъ воздуха въ желаемомъ количествѣ, связанный азотъ, напротивъ, цѣнится довольно высоко: одинъ килограммъ такого азота стоитъ приблизительно 45 копеекъ.

Ученикъ. Почему же не воспользуются азотомъ воздуха и не свяжутъ его?

Учитель. Въ этомъ-то и состоитъ все затрудненіе. Если его связать съ другими веществами, то цѣна его будетъ опять очень высока, такъ какъ самый процессъ обойдется дорого.

Ученикъ. Какъ же это такъ? Чтобы получить соединенія кислорода или водорода изъ этихъ элементовъ, не требуется никакихъ затратъ: это происходитъ само собой.

Учитель. Въ томъ-то и заключается разница. Что касается азота, то соединенія его не могутъ быть получены, «сами собой». Ты хочешь спросить—почему? Дѣло въ томъ, что кислородъ и водородъ, когда образуютъ какое-нибудь соединеніе, совершаютъ при этомъ работу. Ты вѣдь видишь, какая масса тепла при этомъ выдѣляется. Но чтобы получить соединенія азота, для этого надо приложить, или затратить, работу. А такъ какъ работу нельзя нигдѣ получить безвозмездно, то связанный азотъ, сравнительно съ свободнымъ, будетъ имѣть тѣмъ бо́льшую цѣну, чѣмъ дороже стоитъ потраченная на его полученіе работа, въ то время какъ свободный водородъ обходится дороже связаннаго, т.-е. для водорода имѣетъ мѣсто обратный случай.

Ученикъ. Но не для кислорода.

Учитель. На полученіе свободнаго кислорода затрачиваютъ работу растенія. Ты скоро познакомишься съ этимъ болѣе подробно. А такъ какъ свободный кислородъ не накопляется въ растеніяхъ, но разсѣивается въ воздухѣ, то онъ не имѣетъ цѣны. Если бы кислородъ былъ твердымъ или жидкимъ тѣломъ, то его стали бы собирать, какъ теперь собираютъ сѣмена и плоды растеній, и стали бы также продавать.

Ученикъ. Значитъ, стоимость этихъ веществъ заключается не въ нихъ самихъ, но въ той работѣ, которая на нихъ потрачена.

Учитель. Высказанная тобою мысль въ основѣ своей вѣрна, но ты недостаточно хорошо ее выразилъ. Различныя вещества всегда заключаютъ въ себѣ соотвѣтствующій запасъ работы, или энергіи; слѣдовательно, ихъ нельзя себѣ представить безъ этой энергіи. Дѣло въ томъ, что въ одномъ случаѣ свободные элементы обладаютъ бо́льшимъ запасомъ энергіи, нежели ихъ соединенія, въ другомъ (напр., въ случаѣ съ азотомъ)—наблюдается какъ разъ обратное. Въ зависимости отъ этого бываетъ больше или стоимость элементовъ, или стоимость ихъ соединеній.

Ученикъ. Но во всякомъ случаѣ стоимость заключается въ самой энергіи.

Учитель. Вообще говоря, это вѣрно.

Ученикъ. А въ чемъ же заключается важное значеніе для военныхъ дѣйствій соединеній азота, служащихъ для приготовленія пороха. Имѣетъ ли это какое нибудь отношеніе къ вопросу о затраченной работѣ?

Учитель. Конечно. Огнестрѣльное оружіе также представляетъ рабочую машину.

Ученикъ. Ого! Оно служитъ вѣдь для разрушенія, а не для работы.

Учитель. То, что ты называешь разрушеніемъ,—тоже работа. Но прежде всего вопросъ сводится лишь къ тому, чтобы сообщить пулѣ или снаряду въ орудіи извѣстную, возможно бо́льшую скорость. Что на это требуется затратить значительную работу, ты знаешь по собственному опыту метанія камней.

Ученикъ. Да, теперь я понимаю тебя. Въ газовыхъ двигателяхъ, о которыхъ ты мнѣ раньше говорилъ, также пользуются вспышками для полученія работы.

Учитель. Совершенно вѣрно. А когда требуется устранить большія скалы или массы льда, для чего необходима очень большая работа, то ихъ также, какъ тебѣ извѣстно, взрываютъ порохомъ. Въ подобныхъ случаяхъ результаты работъ оказываются вполнѣ очевидными.

Ученикъ. Да, я понимаю; но при чемъ же здѣсь азотъ?

Учитель. Такъ какъ въ соединеніяхъ азота заключается гораздо большій запасъ энергіи, нежели въ свободномъ азотѣ, то можно пользоваться подобными соединеніями для совершенія работы.

Ученикъ. Ахъ, такъ вотъ здѣсь какая зависимость!

Учитель. Да, по крайней мѣрѣ—отчасти.

Ученикъ. Пожалуйста, отвѣть мнѣ еще на одинъ вопросъ, который я раньше еще собирался тебѣ предложить. Ты сказалъ, что азотъ очень легко вновь выдѣляется изъ своихъ соединеній въ свободномъ состояніи. Какимъ же образомъ вообще существуетъ еще связанный азотъ и почему весь онъ не превратился давно въ свободный азотъ?

Учитель. Это—дѣльный вопросъ. Дѣло въ томъ, что часть той громадной работы, которая совершается различнымъ образомъ въ природѣ, идетъ на приготовленіе связаннаго азота. Такъ, нѣкоторыя растенія, именно бобовыя, каковы—горохъ, бобы, лупинъ, обладаютъ способностью затрачивать часть совершаемой ими работы на превращеніе азота воздуха въ связанный азотъ[1].—При электрическихъ разрядахъ, происходящихъ въ воздухѣ и знакомыхъ тебѣ въ видѣ молній, часть азота также переводится въ соединенія. Кромѣ того, обыкновенно очень осторожно обращаются со связаннымъ азотомъ. Онъ содержится въ довольно большомъ количествѣ въ животныхъ отбросахъ, которые вывозятся сельскими хозяевами на поля въ качествѣ удобреній, гдѣ содержащія азотъ соединенія усваиваются растеніями.

Ученикъ. Такъ вотъ почему принято удобрять поля! Я никакъ не могъ понять, какую пользу могутъ принести растеніямъ эти зловонные отбросы.

Учитель. Помимо связаннаго азота, въ навозѣ заключаются еще другія вещества, также усваиваемыя растеніями, но азотъ является самымъ важнымъ,какъ наиболѣе дорогой продуктъ. Если бы можно было отаять отъ навоза его дурной запахъ, то это было бы очень хорошо, такъ какъ именно азотъ-содержащія вещества и обусловливаютъ собой характерный для навоза запахъ; между тѣмъ, теперь эти вещества растрачиваются безъ пользы, что оказывается убыточнымъ.

Ученикъ. Значитъ, азотъ является зловоннымъ веществомъ?

Учитель. Да, это ближе къ истинѣ, нежели ты предполагаешь. Ты знаешь, какой запахъ распространяетъ шерсть, когда ее сжигаютъ?

Ученикъ. Да, отвратительный!

---

[1]) Сами по себѣ бобовыя растенія относятся къ атмосферному азоту такъ же, какъ и всѣ вообще растенія, т.-е. они не обладаютъ способностью переводить его въ соединенія. Они могутъ связывать свободный азотъ только при содѣйствіи особыхъ бактерій, развивающихся на ихъ корняхъ и образующихъ здѣсь наросты, или клубеньки. *Прим. пер.*

Учитель. Многія другія вещества распространяютъ подобный же запахъ, напр.: рогъ, мясо, кожа и т. д... Всѣ эти вещества содержать азотъ, и по указанному призкаку ихъ всегда можно отличить отъ веществъ, не содержащихъ азота. Сахаръ, дерево, крахмалъ, напримѣръ, тоже непріятно пахнутъ при горѣніи, но они не распространяютъ такого особенно противнаго запаха и они не содержать азота.

Ученикъ. Когда молоко уйдетъ на огнѣ, то оно также распространяетъ непріятный запахъ жженыхъ волосъ. Молоко тоже содержитъ азотъ?

Учитель. Да, казеинъ молока представляетъ азотъ-содержащее соединеніе.

Ученикъ. Старый сыръ тоже дурно пахнетъ, но иначе.

Учитель. Это опять-таки зависитъ отъ соединеній азота.

Ученикъ. Развѣ всѣ соединенія азота дурно пахнутъ?

Учитель. Не всѣ, а большинство. Но азотъ не является единственнымъ элементомъ, обладающимъ такимъ непріятнымъ свойствомъ: и соединенія сѣры обладаютъ въ большинствѣ случаевъ непріятнымъ запахомъ, но совершенно въ другомъ родѣ.

---

23. Воздухъ.

Ученикъ. Ты сообщилъ мнѣ вчера много свѣдѣній о соединеніяхъ азота, но ни одного изъ нихъ не описалъ подробнѣе и не показалъ мнѣ. А такихъ соединеній существуетъ, вѣроятно, громадное количество.

Учитель. Въ дѣйствительности такъ оно и есть. Для тебя будетъ полезнѣе ознакомиться съ отдѣльными соединеніями лишь позднѣе, такъ какъ они обнаруживаютъ до-

вольно сложныя отношенія. А теперь мы должны еще подробнѣе остановиться на свободномъ азотѣ.

Ученикъ. Я полагалъ, что о немъ нечего много говорить; да ты и самъ высказалъ уже подобную мысль.

Учитель. Да, что касается его свойствъ, какъ элемента. Но такъ какъ азотъ является главною составною частью воздуха, то мы теперь и займемся имъ. Вся наша жизнь и все то, что мы дѣлаемъ, протекаетъ въ воздухѣ; поэтому мы должны хорошо знать его свойства и умѣть правильно пользоваться ими, если мы не хотимъ повсюду наталкиваться на неудачи.

Ученикъ. Да, безъ воздуха нельзя жить. Но вѣдь ты говорилъ, что это зависитъ только отъ кислорода и что азотъ потому такъ именно и называется, что животныя въ немъ задыхаются.

Учитель. Совершенно вѣрно; объ этомъ мы не будемъ больше распространяться. Но воздухъ есть газъ, наиболѣе извѣстный и наиболѣе распространенный; поэтому мы на немъ именно и изучимъ подробнѣе свойства газовъ.

Ученикъ. Это — хорошо, ибо я долженъ признаться, что газы все еще представляютъ для меня нѣчто таинственное. Твердыя и жидкія вещества можно видѣть и осязать; но находится ли въ этой бутылкѣ кислородъ, или водородъ, или обыкновенный воздухъ, этого нельзя видѣть. Вообще, кажется, что въ бутылкѣ ничего нѣтъ.

Учитель. Я охотно этому вѣрю. Такъ какъ газы едва замѣтны на глазъ, то знаютъ о нихъ обыкновенно очень мало. Поэтому я намѣренъ тебѣ кое-что показать. Ты знаешь уже, что мы живемъ въ газообразной средѣ — въ воздухѣ. Что воздухъ представляетъ извѣстное тѣло, мы убѣждаемся во время вѣтра и бури. Какъ движущееся твердое тѣло или движущаяся жидкость могутъ приводить въ движеніе, опрокидывать или ломать другія тѣла, такъ же точно все это можетъ продѣлать и движущійся воздухъ.

Ученикъ. Но почему мы не можемъ видѣть воздуха?

Учитель. Потому что мы сами находимся въ его средѣ. Рыбы также не могутъ видѣть воды, въ которой онѣ плаваютъ. Но когда воздухъ окруженъ водой, то его можно

видѣть. Я вдуваю сейчасъ воздухъ при помощи трубочки въ высокій стаканъ, наполненный водой: ты можешь теперь прекрасно различить отдѣльныя массы воздуха въ видѣ шарообразныхъ пузырьковъ (рис. 39).

Ученикъ. Но я ничего не вижу въ самихъ пузырькахъ.

Учитель. Понятно, потому что воздухъ прозраченъ.

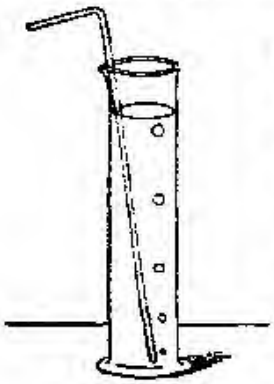
Рис. № 39.

Въ водѣ, въ этомъ стаканѣ, ты также ничего не видишь; ты различаешь только границу между водой и воздухомъ или стаканомъ. То же самое относится къ пузырькамъ воздуха.

Ученикъ. Но я не понимаю, почему можно видѣть воздухъ въ водѣ: вѣдь оба эти тѣла прозрачны.

Учитель. Да, они оба прозрачны, но оказываютъ различное дѣйствіе на проходящій черезъ нихъ свѣтъ. Въ физикѣ это называется различнымъ преломленіемъ свѣта. Поэтому ты и не видишь особаго цвѣта, но лишь различіе между свѣтлымъ и темнымъ.—Но теперь займемся болѣе подробнымъ изученіемъ свойствъ воздуха въ другомъ отношеніи. Ты уже знаешь кое-что изъ физики о давленіи воздуха и о барометрѣ. Что такое барометръ?

Ученикъ. Наполненная ртутью трубка, закрытая вверху и открытая въ своей нижней части.

Учитель. Приблизительно такъ. Здѣсь имѣется у меня стеклянная трубка со стеклянным же краномъ вверху. Къ ея нижнему концу прикрѣплена узкая резиновая трубка, другой конецъ которой катянутъ на вторую открытую стеклянную трубку (рис. 40). Я открываю кранъ и наливаю во вторую трубку ртуть, пока ею не наполнится резиновый рукавъ и обѣ трубки до половины. Затѣмъ прикрѣпляю обѣ трубки вертикально къ штативу. Какъ установится въ нихъ ртуть?

Ученикъ. Она должна стоять въ обѣихъ трубкахъ, согласно закону сообщающихся сосудовъ, на одинаковомъ уровнѣ. Смотри, такъ оно и есть.

Учитель. А если я теперь подниму открытую трубку?

Ученикъ. То ртуть также поднимется въ другой трубкѣ. Смотри, она проходить уже черезъ кранъ.

Учитель. Поэтому я его закрою. Теперь снова опущу открытую трубку. Но ртуть не опускается, а остается у крана. Почему?

Ученикъ. Потому что кранъ закрыть, и черезъ него не можетъ проходить воздухъ.

Учитель. Какое же отношеніе имѣетъ воздухъ къ равновѣсію ртути?

Ученикъ. Здѣсь имѣетъ какое-то значеніе давленіе воздуха. Дай мнѣ сообразить. Такъ, на ртуть въ открытой трубкѣ воздухъ можетъ оказывать давленіе, а на ртуть въ закрытой— не можетъ.

Учитель. Вѣрно! Но если я теперь начну опускать открытую трубку, то ртуть подъ краномъ начнетъ опускаться. Кранъ не пропускаетъ воздуха, ибо, если я вновь подвиму трубку, ртуть опять поднимется до крана. Если я снова опущу, то ртуть опять опускается. Отъ чего это зависитъ?

Рис. № 40.

Ученикъ. Атмосферное давленіе не можетъ болѣе удерживать ртуть.

Учитель. Такъ. Когда я поднимаю открытую трубку, то ртуть въ другой тоже поднимается, а когда я ее опускаю, то ртуть падаетъ. Теперь произведемъ нѣкоторое измѣреніе. Я стаслю обѣ трубки одну возлѣ другой и къ нижнему уровню ртути прикладыкаю измѣрительную ленту. Верхній уровень стоитъ на высотѣ 75 сантиметровъ. Стану ли я передвигать трубку вверхъ, или внизъ, безразлично,— всегда разница высотъ выражается 75 сант. Слѣдовательно, атмосферное давленіе равно 75 сант. ртутнаго столба.

Ученикъ. Да, такова высота барометра.

Учитель. Вѣрно, нашъ приборъ представляетъ барометръ. Но вѣдь атмосферное дазленіе есть давленіе, а 75 сант. выражаютъ длину. Какъ же можно давленіе выражать длиной?

Ученикъ. Давленіе, производимое жидкостью, зависитъ отъ высоты столба жидкости.

Учитель. Можетъ-быть, оно зависитъ также отъ ширины столба жидкости?

Ученикъ. Нѣтъ, я училъ, что оно зависитъ лишь отъ высоты.

Учитель. Да, для одной и той же жидкости. Для различныхъ жидкостей давленіе зависитъ еще также отъ плотности. Ртуть въ $13^1/_2$ разъ плотнѣе воды, поэтому, при одинаковой высотѣ столбовъ ртути и воды, производимое ртутью давленіе въ $13^1/_2$ разъ сильнѣе. Значитъ, чтобы столбъ воды производилъ такое же давленіе, какое производитъ ртуть...

Ученикъ. Онъ долженъ быть въ $13^1/_2$ разъ меньше.

Учитель. Какъ разъ наоборотъ. Разсуждай вслухъ.

Ученикъ. Ртуть въ $13^1/_2$ разъ плотнѣе воды, слѣдовательно, давленіе, производимое ею, въ $13^1/_2$ разъ сильнѣе, или давленіе воды въ $13^1/_2$ разъ слабѣе давленія, производимаго ртутью; чтобы получилось одинаковое давленіе... Да, теперь я вижу свою ошибку,—столбъ воды долженъ быть въ $13^1/_2$ разъ выше.

Учитель. Такъ, вѣрно. Какъ высокъ былъ бы водяной барометръ?

Ученикъ. $13^1/_2$ разъ 75 будетъ $1012^1/_2$ сант...

Учитель. Правильно, немного болѣе 10 метровъ. Не помнишь ли ты, атмосферное давленіе всегда одинаково?

Ученикъ. Нѣтъ, оно измѣняется: въ хорошую погоду оно больше, а въ дождливую—барометръ опускается.

Учитель. Да, часто случается, что при высокомъ давленіи погода бываетъ хороша, и наоборотъ; но это не всегда совпадаетъ, такъ какъ на давленіе воздуха одновременно оказываютъ вліяніе самыя разнообразныя причины. Но мы не будемъ на этомъ останавливаться.—Какъ тебѣ извѣстно, давленіе ртутнаго столба въ 76 сант. принимаютъ за среднее давленіе и пользуются имъ какъ единицей мѣры, которую называютъ атмосферой. Ты знаешь, что вообще называютъ атмосферой?

Ученикъ. Да,—воздухъ!

Учитель. Собственно—«воздушный шаръ». Кромѣ того, подъ «атмосферой» разумѣютъ еще и давленіе воздуха. Въ физикѣ давленія измѣряются непосредственно въ сантиметрахъ ртутнаго столба. Запомни для вычисленій: 1 атм.=76 сант. ртутнаго столба, а 1 сант. столба ртути=$^1/_{76}$ атм. Сегодня давленіе равно всего 75 сант., слѣдовательно, $^{75}/_{76}$, или 0,987 атм. Если я теперь открою кранъ и впущу опредѣленное количество воздуха, поднявъ предварительно другую трубку, то я буду увѣренъ, что вошедшій черезъ кранъ воздухъ находится подъ тѣмъ же давленіемъ, какъ и воздухъ зъ комнатѣ, т.-е. онъ равняется 75 сант. ртутнаго столба. Затѣмъ устанавливаю ртуть такимъ образомъ, чтобы уровень ея приходился у сотаго дѣленія закрытой трубки. Это означаетъ, что въ трубкѣ находится 100 куб. сант. воздуха. Наконецъ, снова запираю кранъ. Такимъ образомъ, данное количество воздуха въ трубкѣ можетъ измѣнять теперь свой объемъ лишь подъ давленіемъ ртутнаго столба. Приборъ опять готовъ для производства новыхъ опытовъ.

Ученикъ. Какіе же опыты ты намѣренъ произвести?

Учитель. Я хочу тебѣ показать, какъ измѣняется объемъ воздуха съ измѣненіемъ давленія. Я опускаю сначала вторую трубку; что ты замѣчаешь?

Ученикъ. Ртуть въ закрытой трубкѣ также опускается, но значительно меньше.

Учитель. Попробуемъ измѣрить, какой объемъ занимаетъ теперь воздухъ и подъ какимъ давленіемъ онъ находится. Объемъ можно опредѣлить по числу дѣленій, нанесенныхъ на трубку; онъ равенъ 120 куб. сант.. Чтобы опредѣлить давленіе, надо измѣрить разницу высотъ ртути; она равна 12,5 сант.. Подъ какимъ же давленіемъ находится теперь воздухъ въ трубкѣ?

Ученикъ. Подъ давленіемъ 12,5 сант. ртутнаго столба.

Учитель. Невѣрно!

Ученикъ. Ты самъ же сейчасъ сказалъ.

Учитель. Я сказалъ, что разница высотъ равна 12,5 сант.. Гдѣ стоитъ ртуть выше?

Ученикъ. Въ трубкѣ съ краномъ, въ которой заклю-

чается воздухъ. Въ такомъ случаѣ, давленіе должно быть тамъ меньше!

Учитель. Меньше чего?

Ученикъ. Меньше, чѣмъ было раньше.

Учитель. Вѣрно. Какъ велико было оно первоначально?

Ученикъ. Я не знаю.

Учитель. Ты долженъ знать. Подумай хорошенько! Что я тебѣ сказалъ въ началѣ опыта? Подъ какимъ давленіемъ находился воздухъ въ трубкѣ, когда я закрылъ кранъ?

Ученикъ. Да, теперь я вспомнилъ: оно равнялось давленію воздуха, т.-е. 75 сант. ртутнаго столба.

Учитель. А теперь?

Ученикъ. На 12,5 сант. меньше, это будетъ 62,5 сант. Вѣрно?

Учитель. Да. Сдѣлаемъ еще нѣсколько опредѣленій объема и давленія воздуха при различныхъ положеніяхъ открытой трубки и изъ полученныхъ величинъ составимъ таблицу.

Дазленіе.	Объемъ.
75 сант. ртутн. ст.	100 куб. сант.
62,5 „ „ „	120 „ „
60 „ „ „	150 „ „
37,5 „ „ „	200 „ „
25 „ „ „	300 „ „

Ученикъ. Что же изъ всего этого слѣдуетъ?

Учитель. Я хочу тебѣ показать, какъ можно открыть законъ природы. Мы имѣемъ двѣ величины, давленіе и объемъ, которыя измѣняются въ зависимости другъ отъ друга. Каждый разъ, когда мы даемъ одной изъ нихъ по желанію какое-нибудь опредѣленное значеніе, то и другая получаетъ также опредѣленное значеніе.

Ученикъ. Но вѣдь только объемъ зависитъ отъ давленія, а не давленіе отъ объема. Если мы желаемъ получить опредѣленный объемъ, то мы должны предварительно измѣнить давленіе.

Учитель. Это зависитъ въ данномъ случаѣ лишь отъ случайной формы прибора. Если же ты возьмешь пустой, т.-е. наполненный воздухомъ, велосипедный насосъ и, закрывъ отверстіе его, начнешь вдвигать поршень, то ты по желанію можешь уменьшать объемъ воздуха; въ то же время ты легко замѣтишь, что давленіе постепенно будетъ увеличиваться, а для вдвиганія поршня будетъ требоваться все больше и больше усилій.

Ученикъ. Да, это вѣрно.

Учитель. И изъ нашей таблицы видно, что, съ увеличеніемъ давленія, объемъ становится меньше. Если мы обозначимъ давленіе черезъ p, а объемъ черезъ v, то мы можемъ сказать, что каждой величинѣ p соотвѣтствуетъ опредѣленная величина v.

Ученикъ. При чемъ же здѣсь законъ природы?

Учитель. Онъ даетъ намъ возможность опредѣлять по каждому данному p отвѣчающую ему величину v, и наоборотъ.

Ученикъ. Какъ это дѣлается?

Учитель. Надо отыскать формулу, по которой можно было бы на основаніи одной данной величины отыскать другую.

Ученикъ. Я этого не понимаю.

Учитель Представь себѣ, что ты имѣешь 10 яблокъ; часть изъ нихъ находится въ карманѣ, другая—въ рукахъ. Если теперь обозначимъ черезъ t число яблокъ въ карманѣ а черезъ h—въ рукахъ, то, зная h, ты можешь опредѣлить t, и наоборотъ. На чемъ основана возможность подобнаго опредѣленія?

Ученикъ. На томъ, что мнѣ извѣстна ихъ общая сумма—10.

Учитель. Значитъ, сумма t и h равна десяти, и формула выразится такъ:

$$t+h=10.$$

По этой формулѣ можно опредѣлить t, когда извѣстно h, а также и h, когда извѣстно t.

Ученикъ. Это интересно. Но, собственно говоря, мнѣ представляется это излишнимъ, ибо я знаю это безъ формулы.

Учитель. Тебѣ такъ кажется только потому, что формула очень проста, да и задачи подобнаго рода часто встрѣчаются. Нельзя ли однако и наши измѣренія давленія и объема воздуха привести къ подобной же простой формулѣ?

Ученикъ. Дай мнѣ сообразить! $75+100=175$; $62,5+120=182,5$; $60+150=210$. Нѣтъ, не выходитъ: сумма все увеличивается.

Учитель. Да, этимъ путемъ нельзя вывести формулу. Впрочемъ, это можно было заранѣе предвидѣть, потому что складывать можно лишь однородныя величины, какъ, напр., яблоки съ яблоками, а не различныя, каковы давленія и объемы.

Ученикъ. Да, но какая же другая формула примѣнима здѣсь?

Учитель. Когда p увеличивается, v уменьшается. Какое же еще отношеніе можетъ существовать между p и v, которое удовлетворяло бы подобнымъ свойствамъ?

Ученикъ. Вѣроятно, возможно очень много подобныхъ отношеній.

Учитель. Во всякомъ случаѣ, но простыхъ отношеній извѣстно немного. Отыщи наиболѣе простое помимо суммы.

Ученикъ. Можетъ-быть, произведеніе? Когда увеличивается множитель, множимое должно уменьшаться, чтобы получилось то же самое произведеніе.

Учитель. Попробуй, подходитъ ли это къ нашему случаю?

Ученикъ. $75\times100=75000$; $62,5\times120=7500$; $50\times150=7500$; $37,5\times200=7500$; $25\times300=7500$. Дѣйствительно, выходитъ!

Учитель. Напиши теперь формулу!

Ученикъ. $p\times v=7500$.

Учитель. Вѣрно. Такимъ образомъ, ты нашелъ законъ природы, связывающій давленіе и объемъ воздуха, или устанавливающій взаимную зависимость между ними.

Ученикъ. Безъ твоей помощи я не додумался бы до этого!

Учитель. Охотно вѣрю.

Ученикъ. Скажи, ты самъ его вывелъ?

Учитель. Нѣтъ, онъ былъ открытъ 210 лѣтъ тому назадъ англійскимъ физикомъ Бойлемъ и потому называется закономъ Бойля.—Но мы должны еще вполнѣ точно формулировать этотъ законъ. Если бы мы выразили давленіе не въ сантиметрахъ ртутнаго столба, а въ атмосферахъ, то всѣ значенія для p были бы въ 76 разъ меньше. Тогда и произведеніе $p \times v$ выразилось бы не черезъ 7500, а черезъ $^{7500}/_{76} = 98{,}7$, и формула приняла бы такой видъ: $p \times v = 98{,}7$.

Ученикъ. Я понимаю это.

Учитель. Затѣмъ, если бы я взялъ первоначально не 100 куб. сант. воздуха, а только 80...

Ученикъ. То произведеніе равнялось бы $75 \times 80 = 6000$.

Учитель. Да, первое произведеніе; а каковы были бы остальныя?

Ученикъ. Впередъ нельзя знать.

Учитель. Нѣтъ, можно,—стоитъ только хорошенько подумать. Я имѣлъ бы тогда $^{80}/_{100}$, или $^{4}/_{5}$ взятаго нами количества воздуха. Чтобы я ни предпринималъ съ этимъ воздухомъ, количество его всегда оставалось бы равнымъ $^{4}/_{5}$ взятаго нами первоначально, и потому занимаемый имъ объемъ въ любой моментъ опыта долженъ равняться $^{4}/_{5}$ того объема, который занимала бы первоначально взятая масса воздуха. Слѣдовательно, и всѣ числа для v должны были бы въ томъ же самомъ отношеніи уменьшиться.

Ученикъ. А развѣ всѣ значенія для p не уменьшились бы во столько же разъ?

Учитель. Нѣтъ. Вѣдь давленіе распространяется по всей массѣ воздуха и оно будетъ одинаково, возьмешь ли ты большую, или незначительную часть его. 100 куб. сант., съ которыми мы оперировали, представляютъ совершенно произвольную часть комнатнаго воздуха, который всюду имѣлъ давленіе въ 75 сант.

Ученикъ. Почему давленія относятся иначе, нежели объемы?

Учитель. Я уже нѣсколько разъ говорилъ тебѣ, чтобы ты въ подобныхъ случаяхъ не спрашивалъ «почему», а обращалъ бы вниманіе на то, что извѣстныя величины относятся такъ, другія—иначе.—Такъ же, какъ съ давленіемъ, бываетъ и съ температурой. Когда какая-нибудь масса, — напр., воды, — нагрѣта до извѣстной температуры, то любая часть этой массы обладаетъ такой же температурой, независимо отъ своей величины.

Ученикъ. Но вѣдь масса воды можетъ имѣть въ различныхъ мѣстахъ различную температуру.

Учитель. Конечно, но я говорю о такихъ массахъ, температура которыхъ всюду одинакова. И въ этомъ ты опять можешь видѣть нѣчто общее между температурой и давленіемъ: когда ихъ величины различны въ различныхъ частяхъ одной общей массы, то онѣ не остаются безъ измѣненія, но всегда выравниваются.—Однако, мы должны вернуться къ нашимъ опытамъ. Ты видѣлъ уже, что постоянное число 7500 содержитъ въ себѣ нѣчто случайное, такъ какъ оно зависитъ отъ количества воздуха и отъ единицъ мѣръ, въ которыхъ принято выражать давленіе и температуру. Мы должны поэтому привести нашу формулу въ такой видъ, въ которомъ не содержалось бы ничего произвольнаго. А потому, мы выражаемъ законъ Бойля въ такой формѣ:

$$p.\ v = C.$$

Ученикъ. Что означаетъ C?

Учитель. Оно означаетъ, что произведеніе $p.\ v$ представляетъ нѣкоторую опредѣленную величину, которая остается безъ измѣненія, когда измѣняются только величины p и v. Поэтому p и v называютъ величинами перемѣнными, или просто перемѣнными, тогда какъ C представляетъ постоянную величину.

Ученикъ. Но и C можетъ имѣть различныя значенія.

Учитель. Только въ томъ случаѣ когда измѣняется количество воздуха. Ты уже видѣлъ, что тогда произведеніе $p.\ v$ въ томъ же отношеніи увеличивается или уменьшается, какъ и количество воздуха. Если обозначить черезъ m количество взятаго воздуха, то можно написать $C = m.\ K$,

гдѣ K является другой постоянной величиной, которая уже не зависитъ болѣе отъ количества m. Если ты вставишь это значеніе C въ равенство, то получишь:

$$p.\ v = m.\ K, \text{ или } \frac{p.\ v}{m} = K.$$

Ученикъ. Какое же значеніе имѣетъ эта формула?

Учитель. Она даетъ возможность примѣнять законъ для любыхъ количествъ газа. Когда количество газа выражается въ кубическихъ сантиметрахъ при 75 сант. давленія, то наша прежняя постоянная, $C = 7500$, будетъ представлена такъ: $7500 = 100\ K$, или $K = 75$. Если ты поставишь число 75 въ послѣднее равенство, то получится:

$$\frac{p.\ v}{m} = 75.$$

Это равенство годится для всѣхъ опытовъ съ какими угодно количествами воздуха.

Ученикъ. Мнѣ хотѣлось бы посмотрѣть!

Учитель. Мы продѣлаемъ сейчасъ одинъ опытъ. Я ввожу черезъ кравъ 60 куб. сант. воздуха при атмосферномъ давленіи и опускаю затѣмъ другую трубку до тѣхъ поръ, пока занимаемый воздухомъ объемъ не увеличится до 100 куб. сант. Какое получилось давленіе?

Ученикъ. Я не знаю этого!

Учитель. Во всякомъ случаѣ, ты долженъ былъ бы знать. Оно опредѣляется по формулѣ. Тебѣ остается только подставить числовыя величины и вычислить p. Объемъ и масса тебѣ извѣстны: $v = 100$, $m = 60$.

Ученикъ. $\frac{p.\ 100}{60} = 75$, слѣдовательно, $p = 45$. Давленіе равно 45 сант..

Учитель. Ну, а что слѣдуетъ сдѣлать, чтобы получить давленіе, равное 45 сант.?

Ученикъ. Подожди, я сумѣю теперь это вычислить. Давтеніе воздуха ровно 75 сант., и $75 - 45 = 30$, значитъ, надо опустить ртуть въ открытой трубкѣ на 30 сант. ниже уровня ртути въ закрытой. Можно измѣрить?

Учитель. Конечно.

Ученикъ. Дѣйствительно, совпадаетъ!

Учитель. Ты удивляешься?

Ученикъ. Да, меня поражаетъ это.

Учитель. Что именно?

Ученикъ. Что возможно такъ предсказывать.

Учитель. Во томъ то и заключается вообще значеніе законовъ природы, что при помощи ихъ можно предсказывать то, что̀ должно произойти. Вспомни хотя бы о предсказаніяхъ затменія солнца и луны.

Ученикъ. Да, я уже все понялъ, не могу только совсѣмъ этимъ свыкнуться.

Учитель. Это вполнѣ естественно. А такъ какъ намъ еще не разъ придется имѣть дѣло съ подобными явленіями, то ты скоро освоишься съ этими новыми понятіями.

---

24. Постоянство и точность.

Учитель. Все ли ты усвоилъ изъ того, что я тебѣ разъяснилъ относительно закона Бойля?

Ученикъ. Да, то, что̀ ты говорилъ, я понялъ вполнѣ, но для меня остаются непонятными нѣкоторые вопросы, о которыхъ ты, правда, не упоминалъ.

Учитель. Въ чемъ же дѣло?

Ученикъ. Мы опредѣлили вчера давленія для пяти или шести различныхъ объемовъ воздуха. Но затѣмъ формулу $p.\ v = 7500$, относящуюся только къ этимъ немногимъ случаямъ, ты примѣнилъ къ совершенно другимъ. Развѣ это допустимо?

Учитель. Вполнѣ резонный вопросъ, и я постараюсь тебѣ его разъяснить. Если бы тебѣ пришлось нѣсколько разъ трубить въ дѣтскую трубку и каждый разъ при этомъ получался бы одинъ и тотъ же звукъ, то ты, конечно, сталъ бы ожидать, что и въ будущемъ, когда бы ты

ни вздумалъ въ нее трубить, всегда получится тотъ же самый звукъ.

Ученикъ. Конечно.

Учитель. То же самое и съ формулой. Каждый разъ, когда ты получалъ произведеніе изъ данныхъ давленія и объема для взятаго нами количества газа, оно всегда оказывалось равнымъ 7500. Слѣдовательно, я могу ожидать, что и впредь также будетъ. И ты помнишь, конечно, что наше ожиданіе оправдалось; мы сдѣлали повѣрочный опытъ, который подтвердилъ правильность выведенной формулы.

Ученикъ. Гмъ, такъ. Я никакъ не предполагалъ, что дѣло это настолько просто.

Учитель. Въ дѣйствительности оно не особенно просто. Здѣсь рѣчь идетъ объ извѣстномъ, очень важномъ всеобщемъ законѣ, которымъ мы постоянно пользуемся.

Ученикъ. О законѣ, который всѣмъ извѣстенъ? Я не знаю такого.

Учитель. Ты, конечно, знаешь, ибо постоянно примѣняешь его. Ты не привыкъ только выражать его въ формѣ закона. Это—законъ постоянства явленій природы.

Ученикъ. Какой же это законъ?

Учитель. Если при данныхъ условіяхъ происходитъ какое-нибудь явленіе, то оно и впредь должно наступить, когда будутъ налицо подобныя же условія.

Ученикъ. Но вѣдь это само собой понятно.

Учитель. Само собой понятнымъ обыкновенно называютъ то, надъ чѣмъ не задумываются хорошенько. Однако, только что передъ этимъ ты задалъ именно такой вопросъ, на который даетъ отвѣтъ упомянутый законъ.

Ученикъ. Да, но это было въ такомъ случаѣ, который не былъ мнѣ извѣстенъ.

Учитель. Это было лишь новымъ примѣненіемъ всеобщаго закона, а отнюдь не новый законъ. Ты видишь теперь, какое значеніе имѣетъ умѣніе точно формулировать подобные «само собой понятные» законы. Еслы бы ты раньше былъ знакомъ съ такой точной формулировкой этого

закона, то ты самъ тотчасъ же отвѣтилъ бы себѣ на поставленный вопросъ.

Ученикъ. Впередъ такъ и буду теперь поступать. — Но это еще не все, о чемъ я хотѣлъ тебя спросить. Если мы повторимъ точно такіе же опыты съ тѣми же объемами, то, я увѣренъ, мы получимъ тѣ же самыя давленія. Но вѣдь существуетъ еще очень много промежуточныхъ давленій и объемовъ, которыхъ мы не измѣряли. Какъ же возможно, чтобы формула и къ нимъ подходила? Вѣдь это уже не будутъ тѣ же самыя условія.

Учитель. Вполнѣ резонный вопросъ. Здѣсь примѣнимъ другой всеобщій законъ природы.

Ученикъ. Опять новый законъ природы!

Учитель. Тебѣ представляется это чрезмѣрнымъ? Успокойся, это будетъ тоже «само собой понятный».

Ученикъ. Мнѣ кажется только, что наконецъ у насъ будетъ такъ много законовъ природы, что мы очутимся въ затруднительномъ положеніи.

Учитель. Это необходимо.

Ученикъ. Необходимо?!

Учитель. Вѣдь законы природы говорятъ намъ, чего мы должны ожидать, когда наступятъ извѣстныя условія. Но одинъ законъ не можетъ одновременно обнять всѣхъ условій, а развѣ только одно или нѣкоторыя изъ нихъ. Слѣдовательно, чтобы точно знать, что́ же, въ концѣ концовъ, дѣйствительно произойдетъ, намъ необходимо имѣть законы для всѣхъ наличныхъ условій, чтобы можно было устранить все неясное и оставить только одно возможное. Это и будетъ то самое, что́ дѣйствительно наступитъ.

Ученикъ. Такъ это ты и имѣлъ въ виду, когда говорилъ, что мы можемъ очутиться въ затруднительномъ положеніи!

Учитель. А ты, вѣроятно, нѣсколько иначе это понялъ?—Но вернемся къ нашему вопросу. Общій законъ, о которомъ я говорилъ, есть законъ непрерывности явленій природы.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ это.

Учитель. Ты видѣлъ сейчасъ, что мы можемъ выражать законы природы въ такой формѣ: если наступить это, то должно произойти то-то. Но часто случается, что «это» не является какъ нѣчто единственное и вполнѣ опредѣленное, а представляетъ различныя градаціи, степени и величины, а равнымъ образомъ и то, что затѣмъ происходитъ. Если мы будемъ измѣнять первое безпрерывно, т.-е. такимъ образомъ, чтобы величины его не претерпѣвали скачковъ, то и послѣдующее будетъ измѣняться также безпрерывно, и соотвѣтствующія ему величины тоже не будутъ испытывать скачковъ.

Ученикъ. Поэтому-то латинское изреченіе и гласитъ: natura non facit saltus, природа не дѣлаетъ скачковъ.

Учитель. Да, такова уже судьба подобныхъ изреченій. «Природа» тоже дѣлаетъ скачки, но въ такомъ случаѣ одновременно испытываютъ скачки всѣ величины, находящіяся въ зависимости другъ отъ друга.

Ученикъ. Я не представляю себѣ этого вполнѣ ясно.

Учитель. Представь себѣ, что ледъ превращается въ воду. Когда твердое тѣло переходитъ въ жидкое и, слѣдовательно, форма состоянія рѣзко измѣняется при этомъ, то одновременно объемъ, занимаемый тѣломъ, скачками уменьшается на $^1/_{11}$, свѣтопреломленіе, электрическія и многія другія свойства также внезапно получаютъ другія значенія.

Ученикъ. Значитъ, измѣняются всѣ свойства?

Учитель. Почти всѣ; только масса и вѣсъ остаются безъ измѣненія.

Ученикъ. Но я не понимаю еще, какое отношеніе имѣетъ это къ поставленному мною раньше вопросу.

Учитель. Ты спросилъ меня, какъ можно допустить, чтобы, помимо отдѣльныхъ величинъ давленія и объема, произведенія которыхъ были найдены постоянными, и всѣ промежуточныя величины дали то же самое произведеніе. Что это дѣйствительно такъ,—вытекаетъ именно изъ закона непрерывности. Ибо, если для двухъ какихъ-либо величинъ довольно близко лежащихъ давленій произведеніе равно, то оно должно быть также равно и для промежу-

точныхъ величинъ; въ противномъ случаѣ остается признать, что одинъ изъ факторовъ измѣняется скачками, а это по закону непрерывности недопустимо.

Ученикъ. И все еще я не вполнѣ это усвоилъ.

Учитель. Проведемъ снова параллель между разсматриваемымъ явленіемъ и опытомъ съ дѣтской трубой. Если ты попробуешь дуть въ нее одинъ разъ слабо, а другой разъ сильно, и каждый разъ при этомъ получается звукъ одинаковой высоты, то ты придешь къ заключенію, что и въ томъ случаѣ, когда ты будешь дуть съ средней силой, получится та же самая высота звука.

Ученикъ. Да, конечно.

Учитель. Ты примѣнилъ сейчасъ законъ непрерывности.

Ученикъ. Но это такъ просто!

Учитель. Ты опять вилишь, что вся трудность заключается не въ томъ, чтобы усвоить законъ, а въ томъ, чтобы умѣть при случаѣ примѣнять его.—Но мы снова должны вернуться къ закону Бойля. До сихъ поръ мы провѣрили его по отношенію къ давленіямъ, меньшимъ одной атмосферы. Какъ ты полагаешь, примѣнимъ ли онъ также къ болѣе высокимъ давленіямъ?

Ученикъ. Я не знаю ни одного довода ни за, ни противъ.

Учитель. Нѣтъ, ты знаешь одинъ доводъ въ пользу подобнаго допущенія: это—законъ непрерывности. Попробуй его здѣсь примѣнить.

Ученикъ. При давленіяхъ, превышающихъ немногимъ давленіе одной атмосферы, произведеніе pv будетъ представлять еще ту же самую величину.

Учитель. Вѣрно.

Ученикъ. Но до какихъ предѣловъ можно идти въ этомъ направленіи?

Учитель. Только опытъ можетъ это рѣшить. Поднимемъ нашу открытую трубку такъ высоко, какъ только можно. Теперь объемъ убавился до 40 куб. сант., и разница высотъ уровней ртути превышаетъ 1 метръ. Я беру на помощь вторую измѣрительную линейку и нахожу $112^1/_2$ сант. Согласуются ли эти величины съ нашей формулой?

Ученикъ. $112^3/_2 \times 40 = 4500$. Нѣтъ, произведеніе значительно меньше.

Учитель. Подумай еще хорошенько!

Ученикъ. Да, я совершенно забылъ про давленіе воздуха. Но я не могу отнять $112^1/_2$ отъ 75.

Учитель. Почему отнять?

Ученикъ. Потому что... Впрочемъ, нѣтъ, вѣдь теперь ртуть оказываетъ давленіе въ томъ же направленіи, въ которомъ давитъ воздухъ; я долженъ, слѣдовательно, сложить оба числа: $112^1/_2 + 75 = 187^1/_2$, а $187^1/_2 \times 40 = 7500$. Опять согласный съ предыдущими результатъ!

Учитель. Какое заключеніе можешь ты сдѣлать относительно давленій, лежащихъ между этимъ и давленіемъ, равнымъ одной атмосферѣ?

Ученикъ. И для нихъ должно получиться такое же произведеніе... на основаніи закона непрерывности.

Учитель. Нечего улыбаться! Это совершенно вѣрно. Ты можешь послѣ взять этотъ приборъ и произвести еще нѣсколько подобныхъ же измѣреній, чтобы окончательно убѣдиться.

Ученикъ. Это хорошо, и большое спасибо за это.

Учитель. Слѣди только за тѣмъ, чтобы не пролилась ртуть: этотъ металлъ ядовитъ. Лучше всего это дѣлать надъ большимъ листомъ картона съ загнутыми и склеенными краями.

Учитель. Ну, какъ удались тебѣ твои измѣренія?

Ученикъ. Къ сожалѣнію,—только на половину. Произведеніе изъ давленія на объемъ не всегда оказывалось равнымъ 7500: одинъ разъ было больше, другой разъ меньше.

Учитель. Это—въ порядкѣ вещей; такъ оно и должно быть.

Ученикъ. Развѣ законъ Бойля такъ неточенъ?

Учитель. Не законъ неточенъ, а твои измѣренія. Съ какой точностью ты отсчитывалъ высоту ртутныхъ столбовъ?

Ученикъ. Да, не такъ то легко держать правильно измѣрительную линейку и отмѣчать высоту ртути.

Учитель. Вотъ видишь, ты, конечно, при этомъ не могъ ошибиться на цѣлые сантиметры, но легко могъ допустить ошибки на нѣсколько миллиметровъ. Возьмемъ послѣдній мой опытъ, въ которомъ объемъ равнялся 40 куб. сант., а давленіе $187^1/_2$ сант. Если бы я отсчиталъ на $^1/_2$ сант. больше, что вполнѣ возможно, такъ какъ мнѣ пришлось удлинить измѣрительную линейку, то я получилъ бы $188 \times 40 = 7520$, вмѣсто 7500. Если бы я отсчиталъ на $^1/_2$ сант. меньше, то получилось бы 7480. Такъ отражаются ошибки опыта на конечномъ результатѣ.

Ученикъ. Да, приблизительно таковы же и мои числа.

Учитель. Кромѣ того, можно ошибиться при опредѣленіи объема. Трубка подраздѣлена на кубическіе сантиметры и ихъ десятыя доли, и ты могъ ошибиться на одну десятую. Если бы отсчитано было 40,1 вмѣсто 40, то получилось бы $187^1/_2 \times 40{,}1 = 7518{,}75$. Слѣдовательно, опять неточное число. А если къ этому присоединится еще неправильный отсчетъ давленія, напр. 188, то произведеніе окажется равнымъ 7538,8.

Ученикъ. Но какъ же узнать, какое число вполнѣ точно?

Учитель. Вообще говоря, этого нельзя узнать, ибо каждое измѣреніе ошибочно на нѣкоторую величину.

Ученикъ. А если измѣреніе производится съ особенной точностью?

Учитель. То возможная ошибка можетъ быть уменьшена, но она никогда не будетъ равна нулю.

Ученикъ. Значитъ, вообще нѣтъ ничего дѣйствительно точнаго?

Учитель. Величина, полученная путемъ измѣренія, не можетъ быть абсолютно точной, т.-е. такой, для которой недопустима какая бы то ни было ошибка. Всѣ измѣренія производятся съ большей или меньшей точностью.

Ученикъ. Но какъ же поступаютъ въ томъ случаѣ, когда получаются столь различныя числа, какъ у меня? Какое число слѣдуетъ признать точнымъ?

Учитель. Вполнѣ точное число нельзя указать, но можно однако указать такое, которое по всей вѣроятности наиболѣе приближается къ точному числу.

Ученикъ. Какъ же его получить?

Учитель. Подумай хорошенько! Твои отсчеты могутъ быть или слишкомъ велики, или слишкомъ малы. Поэтому точная величина придется приблизительно въ срединѣ между самыми большими и самыми малыми величинами, какія ты нашелъ.

Ученикъ. Понимаю.

Учитель. Слѣдовательно, ты долженъ получить среднюю величину для всѣхъ найденныхъ. Для этого складываютъ всѣ эти величины и сумму дѣлятъ на число ихъ. Тогда частное представитъ среднюю величину, которая, какъ таковая, оказывается наиболѣе приближающейся къ истинной.

Ученикъ. Чтобы лучше усвоить, я хотѣлъ бы все это продѣлать. Я нашелъ для произведенія $p.\ v$ слѣдующія числа: 7520; 7475; 7492; 7533; 7506; 7491.

Учитель. Что составляетъ шесть величинъ. Сложи ихъ и сумму раздѣли на шесть.

Ученикъ.
$$\begin{array}{r} 7520 \\ 7475 \\ 7492 \\ 7533 \\ 7506 \\ 7491 \\ \hline 45017 \end{array} \quad \frac{45017}{6} = 7502{,}833\ldots$$
На которомъ десятичномъ знакѣ слѣдуетъ мнѣ остановится?

Учитель. Всѣ ихъ слѣдуетъ отбросить.

Ученикъ. Но я допущу тогда ошибку?

Учитель. Ты знаешь уже, что всѣ твои измѣренія не лишены ошибокъ. Если ты взглянешь на эти числа, то ты найдешь, что даже десятки колеблются; значитъ, единицы тѣмъ болѣе ненадежны. Слѣдовательно, у средней величины 7502,833... стоящій на мѣстѣ десятковъ 0 можетъ быть вѣренъ, но 2 единицы—совершенно ненадежны, ибо на ихъ

мѣстѣ получилась бы другая цифра, если бы ты добавилъ сюда данныя еще одного измѣренія.

Ученикъ. Я дѣйствительно произвелъ еще одно измѣреніе. Оно дало 7511.

Учитель. Теперь произведи разсчетъ для семи величинъ. Что получается?

Ученикъ. $\frac{52528}{7}=7504$.

Учитель. Видишь, получилось на двѣ единицы больше. И если бы ты вздумалъ написать единицы или даже десятичные знаки, то это могло бы ввести въ заблужденіе. На такихъ, совершенно ненадежныхъ мѣстахъ, пишутъ просто 0, желая этимъ дать понять, что здѣсь невозможно точное обозначеніе. Какъ же ты выразишь теперь свою среднюю величину?

Ученикъ. 7500.

Учитель. Вѣрно. Теперь вернемся къ вопросу, справедливъ ли законъ Бойля для всевозможныхъ давленій. Съ одной стороны, онъ оказался справедливымъ даже для самыхъ малыхъ давленій, какія только можно измѣрить; съ другой, при болѣе значительныхъ давленіяхъ, начинаются отклоненія, которыя ничтожны при 10 атмосферахъ, ясно обнаруживаются при 100 атмосферахъ, а при 1000 достигаютъ очень большой величины.

Ученикъ. Откуда же начинаются эти отклоненія?

Учитель. Это зависитъ отъ тонкости наблюденія. Чѣмъ точнѣе измѣряются давленія и объемы, тѣмъ меньше окажутся тѣ давленія, при которыхъ станутъ замѣтными первыя отклоненія.

Ученикъ. Стало-быть, законъ Бойля не является вполнѣ точнымъ?

Учитель. Да, и это же слѣдуетъ сказать, можетъ-быть, относительно всѣхъ законовъ природы. Но для нашихъ цѣлей онъ достаточно точенъ, ибо ошибки, допускаемыя нами при наблюденіяхъ, значительно превосходятъ ошибки, вытекающія изъ неточности самого закона.

25. Расширеніе воздуха при нагрѣваніи.

Учитель. Усвоилъ ли ты вполнѣ законъ Бойля?

Ученикъ. Я думаю. Но меня смущаетъ нѣсколько другое обстоятельство. Ты сказалъ мнѣ какъ-то, что воздухъ расширяется отъ теплоты. Въ такомъ случаѣ, одно и то же количество воздуха при одинаковомъ давленіи можетъ занимать различные объемы: большій, когда воздухъ нагрѣтъ, и меньшій, когда онъ охлажденъ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Законъ Бойля справедливъ лишь для постоянной температуры.

Ученикъ. Для какой температуры?

Учитель. Для любой, но только она не должна измѣняться въ продолженіе всего опыта. Мы производили наши опыты при комнатной температурѣ, которая равнялась приблизительно 18°. Если бы она сильно измѣнилась во время опытовъ, то мы получили бы еще менѣе согласные между собой результаты.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, законъ Бойля не можетъ имѣть особенно важнаго значенія?

Учитель. Вслѣдствіе этого онъ ничуть не утратилъ своего значенія. Ты познакомился только съ условіемъ, которое слѣдуетъ выполнить въ томъ случаѣ, когда желаютъ примѣнить законъ.

Ученикъ. А что же слѣдуетъ предпринять въ томъ случаѣ, когда температура не остается постоянной?

Учитель. Тогда надо отыскать такой законъ, который позволилъ бы принять въ разсчетъ всѣ измѣненія, обусловливаемыя перемѣнной температурой.

Ученикъ. Развѣ это возможно?

Учитель. Если мы знаемъ, на сколько измѣнится объемъ даннаго количества газа, когда мы измѣнимъ температуру на опредѣленную величину, то мы можемъ произвести такой разсчетъ для данныхъ опыта, какъ если бы онъ протекалъ при опредѣленной температурѣ.

Ученикъ. Приблизительно могу себѣ это представить, но еще не вполнѣ ясно.

Учитель. Ты скоро освоишься съ этимъ. Я беру стеклянную трубку около 2 миллиметровъ ширины и около ½ метра длины. Она запаяна съ одного конца и содержитъ приблизительно въ средней части каплю ртути, которая отдѣляетъ опредѣленное количество воздуха. Если я стану рукой нагрѣвать этотъ воздухъ, то капелька будетъ отодвигаться, а когда воздухъ снова начнетъ охлаждаться, то она будетъ втягиваться обратно. По этимъ перемѣщеніямъ ты можешь наблюдать и измѣрять расширеніе воздуха при нагрѣваніи.

Ученикъ. Вѣдь это настоящій термометръ!

Учитель. Понятно,—воздушный термометръ. Я опускаю трубку въ измельченный ледъ и отмѣчаю резиновымъ колечкомъ то мѣсто, гдѣ стоитъ капля.

Ученикъ. Откуда у тебя такое колечко?

Учитель. Я отрѣзалъ его ножницами отъ резиновой трубки. Теперь измѣряю длину столба воздуха, когда трубка находится во льду, т.-е. при 0°; нахожу ее равной 273 миллиметрамъ. Я намѣренъ сейчасъ нагрѣть взятое количество воздуха до 100°, т.-е. до температуры кипѣнія воды. Съ этой цѣлью вставляю въ горлышко колбы при помощи пробки довольно широкую стеклянную трубку и начинаю нагрѣвать воду до кипѣнія (рис. 41). Когда я опускаю мою трубку въ пары воды, то капелька значительно подается вверхъ.

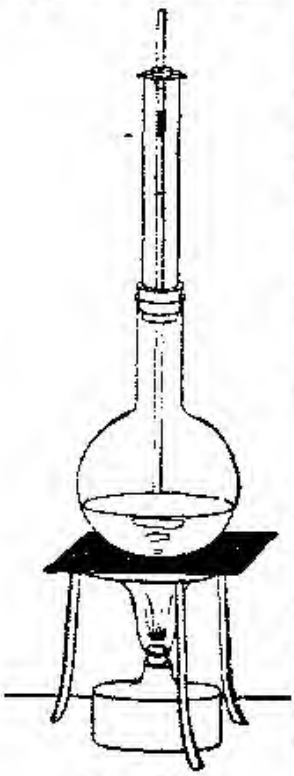

Рис. № 41.

Ученикъ. Какъ же ты сдѣлаешь теперь вторую отмѣтку, не обжигая пальцевъ?

Учитель. Я буду проталкивать резиновое колечко при помощи палочки. Вотъ и готово. Я вынимаю трубку и дѣлаю измѣреніе: второе колечко находится на разстояніи 373 миллиметровъ.

Ученикъ. Ровно на 100 миллиметровъ дальше. Значитъ, на каждый градусъ приходится 1 миллиметръ! Какимъ же образомъ вышло такъ точно?

Учитель. Я зналъ заранѣе, что 273 части объема воздуха увеличатся при нагрѣваніи отъ 0° до 100° ровно на 100 частей, а потому взялъ именно такое количество воздуха.

Ученикъ. Ты заключилъ воздухъ въ трубку при 0° или при 100°?

Учитель. Нѣтъ, я сдѣлалъ это при комнатной температурѣ, которая равнялась 18°. Такъ какъ 273 части воздуха при повышеніи температуры отъ 0° расширяются такимъ образомъ, что на каждый градусъ приходится увеличеніе объема на одну часть, то при температурѣ въ 18° онѣ должны занимать объемъ, равный 273+18 = 291 части. А потому я помѣстилъ каплю ртути на разстояніи 291 миллиметра отъ запаяннаго конца.

Ученикъ. Какъ это дѣлается? Капля не двигается съ мѣста, когда я трогаю трубку.

Учитель. Это довольно просто. Капля не двигается, потому что черезъ нее не проходитъ воздухъ. Стоитъ только просунуть въ трубку черезъ каплю конскій волосъ, и она, какъ видишь, становится легко подвижной.

Ученикъ. Это хорошо. Но какъ же проходитъ воздухъ? Да, я вижу: въ томъ мѣстѣ, гдѣ проходитъ волосъ, ртуть не совсѣмъ плотно прилегаетъ къ стеклу.

Учитель. Да, поверхностное натяженіе округляетъ ртуть и не допускаетъ ее проникать въ заостренный промежутокъ между стекломъ и волосомъ. Но обратимся опять къ нашему опыту. Начертимъ слѣдующій чертежъ (рис. 42).

Горизонтальная линія отмѣчаетъ градусы термометра. Тамъ, гдѣ стоитъ 0, приходится точка плавленія льда, а гдѣ написано 100, приходится точка кипѣнія воды *). Каждый миллиметръ между этими точками соотвѣтствуетъ одному градусу.

Ученикъ. Понимаю.

Учитель. Затѣмъ начертимъ вертикальныя линіи, которыя будутъ представлять объемы воздуха въ нашемъ опытѣ. Вертикальную линію, идущую отъ 0, сдѣлаемъ равной 273 миллиметрамъ, а идущую отъ 100,—равной 373 миллим. Обѣ конечныя точки соединимъ прямой.

*) Рис. 42 уменьшенъ въ четыре раза.

Ученикъ. Какое же значеніе имѣетъ этотъ чертежъ?

Учитель. Онъ даетъ намъ возможность опредѣлить объемъ воздуха для любой промежуточной температуры. Найди на горизонтальной линіи точку, отвѣчающую 18°, и скажи мнѣ, какова будетъ длина вертикальной линіи, начинающейся въ этой точкѣ, до пересѣченія съ соединяющей.

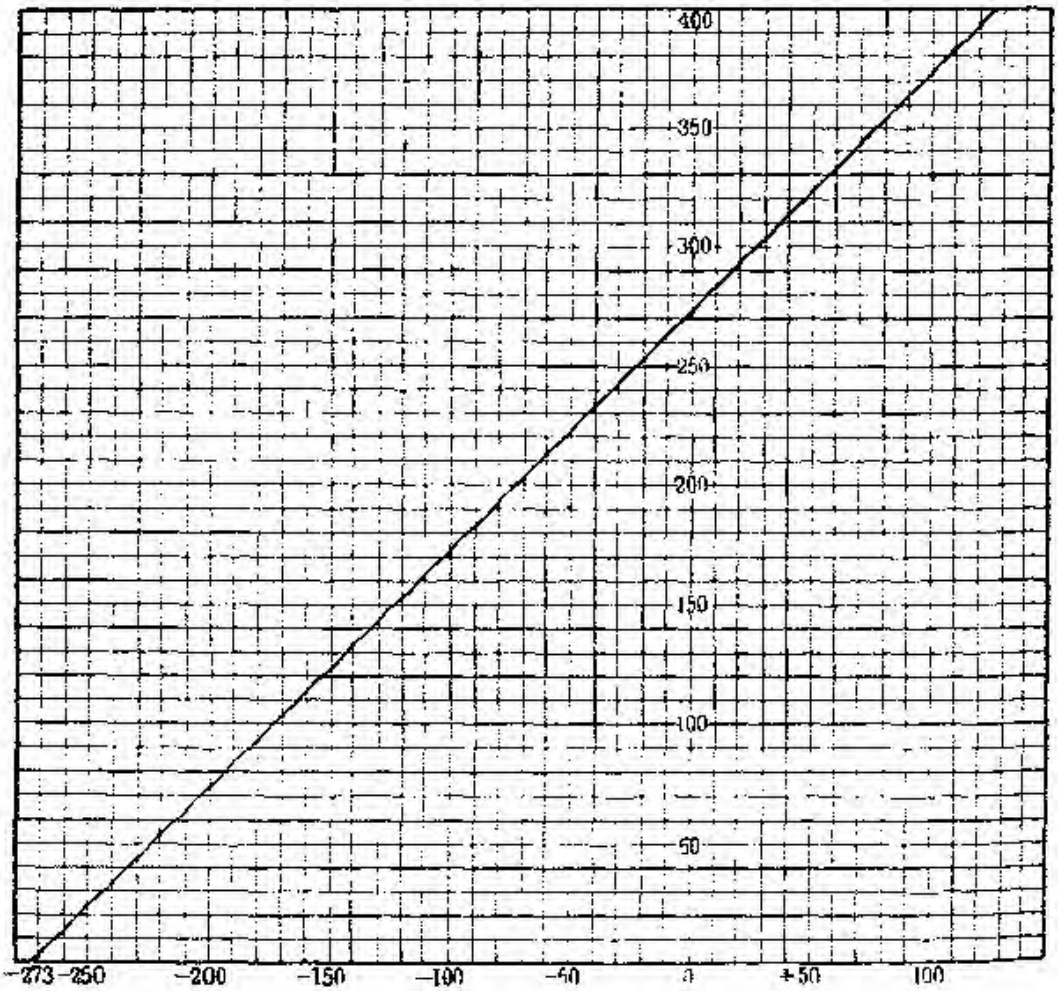

Рис. № 42.

Ученикъ. Она равняется 290, нѣтъ 291 миллим.— Вѣдь это число я недавно только получилъ! Да, это было тогда, когда ты устанавливалъ объемъ воздуха въ трубкѣ при помощи конскаго волоса.

Учитель. Такъ, это и есть именно объемъ воздуха при 18°.

Ученикъ. Какимъ же образомъ я получилъ сейчасъ точное число?

Учитель. Очень просто: съ каждымъ градусомъ линіи, соотвѣтствующія объемамъ, становятся длиннѣе на 1 миллиметръ, а потому ихъ концы приходятся на одной прямой.

Ученикъ. Да, я понимаю. Я вижу теперь, что этимъ способомъ можно опредѣлять объемы воздуха при различныхъ температурахъ, если при 0° его объемъ равенъ 273, но.

Учитель. Что же?

Ученикъ. Я хотѣлъ было предложить глупый вопросъ. Если я могу это сдѣлать для даннаго количества воздуха, то я могу также найти это для любого количества воздуха на основаніи правила пропорціональности.

Учитель. Совершенно вѣрно! Если объемъ воздуха, занимающаго при нулѣ градусовъ 273 части, увеличивается на одну часть съ каждымъ повышеніемъ температуры на одинъ градусъ, то одна часть объема воздуха увеличивается при этомъ на $^1/_{273}$, а при повышеніи температуры на нѣсколько градусовъ, скажемъ на t, увеличится на $^t/_{273}$. Ты можешь выполнить эту задачу гораздо легче, если для чертежа воспользуешься, такъ называемой, миллиметровой бумагой; на ней нанесена сѣтка изъ линій, отстоящихъ одна отъ другой на 1 миллиметръ; тогда нѣтъ надобности каждый разъ производить измѣреніе: ты можешь непосредственно отсчитывать нужныя числа.

Ученикъ. Но мнѣ придется все-таки считать линіи.

Учитель. Это очень легко сдѣлать. Каждая пятая и десятая линіи отпечатаны болѣе рѣзко; тебѣ остается только обозначить цифрами каждую десятую, чтобы ускорить потомъ счетъ.

Ученикъ. Да, это очень удобно.

Учитель. А знаешь ли ты, какъ измѣняются объемы газовъ при темературахъ, лежащихъ ниже 0°?

Ученикъ. Я думаю, что тамъ объемъ газа будетъ уменьшаться на $^1/_{273}$ при пониженіи температуры на 1°.

Учитель. Совершенно вѣрно. На чертежѣ слѣдуетъ лишь продолжить соединяющую линію влѣво, и ты получишь соотвѣтствующія величины для объемовъ ниже 0°.

Ученикъ. Но что же это значитъ: моя линія постепенно приближается къ горизонтальной линіи, отмѣчающей градусы термометра и, наконецъ, пересѣкается съ ней. Значитъ, здѣсь объемъ газа не составляетъ никакой величины, а еще далѣе влѣво даже меньше чѣмъ ничего!

Учитель. Совершенно вѣрно! Въ какомъ же мѣстѣ это происходитъ?

Ученикъ. Приблизительно при—273°.

Учитель. Понятно: если воздухъ съ каждымъ градусомъ теряетъ $^1/_{273}$ своего объема, то при 273° ниже нуля не должно остаться ничего.

Ученикъ. И это дѣйствительно такъ?

Учитель. Не знаю, ибо еще никто не получалъ такой низкой температуры.

Ученикъ. Почему?

Учитель. Не удалось сдѣлать этого. Всѣ старанія получить наиболѣе низкую температуру привели къ тому, что теперь достигли приблизительно — 255°, и если судить по тѣмъ трудностямъ, съ какими была сопряжена работа полученія послѣднихъ пониженій температуры, то слѣдуетъ придти къ заключенію, что еще не скоро удастся получить дальнѣйшее пониженіе на 10°.

Ученикъ. А что же, при—255° воздухъ дѣйствительно занимаетъ такой незначительный объемъ, который вытекаетъ изъ нашего чертежа?

Учитель. Объемъ его еще меньше; но это зависитъ отъ того, что воздухъ уже при—190° не остается въ газообразномъ состояніи, а превращается въ жидкость.

Ученикъ. Такъ; значитъ, эта часть чертежа не имѣетъ никакого значенія.

Учитель. Все-таки она имѣетъ нѣкоторое значеніе. Есть газы, какъ напр. водородъ, которые до самыхъ низкихъ температуръ измѣняютъ свой объемъ согласно съ показаніями чертежа, такъ какъ они сгущаются въ жидкость только при болѣе сильномъ охлажденіи сравнительно съ воздухомъ. Такимъ образомъ, мы могли бы представить себѣ такой газъ, который совершенно не превращается въ

жидкость; подобный газъ долженъ былъ бы измѣняться вполнѣ согласно съ показаніями чертежа.

Ученикъ. А развѣ чертежъ пригоденъ для всѣхъ газовъ?

Учитель. Да, всѣ газы относятся къ изиѣненіямъ температуры точно такъ же, какъ и воздухъ; на каждый градусъ приходится измѣненіе объема на $^1/_{273}$ того объема, который они занимали при 0°. Это—опять общій законъ природы, позволяющій тебѣ предсказывать измѣненія объемовъ для цѣлаго ряда различныхъ веществъ. Если какое-нибудь вещество представляетъ газъ, то ты долженъ считать, что расширеніе его отъ теплоты равно $^1/_{273}$.

Ученикъ. Это очень удобно!

Учитель. Ты видишь изъ этого, что, судя по отношенію газовъ къ температурѣ, мы можемъ считать температуру въ—273° какъ бы конечной. Легко возможно, что вообще не удастся получить болѣе низкой температуры, нежели — 273°. Это была бы тогда самая низкая температура изъ всѣхъ возможныхъ, о которой мы раньше говорили. Если бы мы на нашихъ термометрахъ обозначили точку плавленія льда черезъ 273°, а точку кипѣнія воды черезъ 373°, то намъ, вѣроятно, никогда не представился бы случай имѣть дѣло съ отрицательными температурами. Поэтому точку—273° называютъ абсолютной нулевой точкой температуры, а тѣ температуры, которыя отсчитываютъ, начиная отъ указанной точки, называютъ абсолютными температурами.

Ученикъ. Какое же значеніе это имѣетъ?

Учитель. Очень важное. Но это относится главнымъ образомъ къ ученію о теплотѣ, и потому я не стану теперь распространяться объ этомъ. Укажу лишь на одно. Если мы обозначимъ точку плавленія черезъ 273°, а точку кипѣнія черезъ 373°, то эти числа будутъ относиться другъ къ другу такъ же, какъ относятся объемы воздуха или другого какого нибудь газа при указанныхъ температурахъ.

Ученикъ. Какимъ образомъ?

Учитель. Взгляни на чертежъ.

Ученикъ. Да, я понимаю: чертежъ вѣдь составленъ по этимъ числамъ.

Учитель. Слѣдовательно, объемы газовъ относятся, какъ соотвѣтствующія имъ абсолютныя температуры.

Ученикъ. Да, это очень хорошо. Я не думалъ, что такой простой чертежъ можетъ такъ много разъяснить.

Учитель. Это зависитъ отъ того, что на чертежѣ можно сразу видѣть всѣ данныя опыта одновременно, тогда какъ на словахъ или въ числахъ можно выразить лишь отдѣльныя стадіи. Поэтому ты долженъ всегда стараться представлять общія отношенія, или законы природы, наглядно на чертежахъ.

Ученикъ. Я охотно готовъ такъ поступать, если только буду знать, какъ слѣдуетъ это дѣлать.

Учитель. На другихъ примѣрахъ, при случаѣ, я дамъ тебѣ надлежащія указанія.

Ученикъ. Пожалуйста, прежде чѣмъ ты закончишь урокъ, объясни мнѣ еще слѣдующее. Изъ твоихъ словъ выходитъ, будто бы объемъ воздуха измѣняется только въ зависимости отъ температуры, между тѣмъ, объемъ его зависитъ также и отъ давленія. Что же происходитъ, когда оба фактора измѣняются одновременно?

Учитель. Вполнѣ разумный вопросъ. Другими словами, ты хочешь знать, какъ опредѣлить объемъ газа, если его температура и давленіе будутъ измѣнены?

Ученикъ. Да, именно это.

Учитель. Въ такомъ случаѣ, ты долженъ сначала опредѣлить измѣненіе объема подъ вліяніемъ давленія, считая температуру постоянной, а затѣмъ опредѣлить измѣненіе объема въ зависимости отъ измѣненія температуры при постоянномъ давленіи.

Ученикъ. Почему я долженъ сначала опредѣлить измѣненіе объема въ зависимости отъ давленія?

Учитель. Безразлично,—ты можешь также первоначально опредѣлить измѣненіе объема отъ температуры.

Ученикъ. И получатся одинаковые результаты?

Учитель. Конечно! Объемъ газа зависитъ исключительно отъ его температуры и давленія; и совершенно безразлично, въ какомъ порядкѣ температура и давленіе повліяли на измѣненіе объема газа.

Ученикъ. Мнѣ кажется это правильнымъ, но все-таки я еще не вполнѣ увѣренъ.

Учитель. Разберемъ одинъ примѣръ. Допустимъ, что данный объемъ воздуха равенъ 350 куб. сант. при 18^0 и 74,8 сант. барометрическаго давленія. Желательно знать, какъ великъ будетъ объемъ взятаго количества воздуха при 0^0 и давленіи барометра въ 76,0 сант..? Объемы газовъ приводятъ обыкновенно къ указаннымъ температурѣ и давленію. Мы знаемъ, что, по закону Бойля, объемы газовъ относятся обратно пропорціонально давленіямъ. Если мы обозначимъ черезъ y неизвѣстный намъ объемъ воздуха при 76 сант., то получимъ— $y : 350 = 74,8 : 76,0$.

Ученикъ. Слѣдовательно, $y = 344$.

Учитель. Далѣе, объемъ взятаго количества воздуха при 18^0 относится къ объему при 0^0, какъ $273 + 18 = 291$ къ 273. Если обозначимъ черезъ x искомый объемъ при 0^0, то ты получишь пропорцію...

Ученикъ. $x : 344 = 273 : 291$; значитъ, $x = 323$.

Учитель. Вѣрно! Ты можешь теперь взятый объемъ воздуха привести сначала къ 0^0, а затѣмъ уже вычислить, каковъ будетъ объемъ его при давленіи, равномъ 76 сант., и такимъ образомъ убѣдиться, одинаковы ли будутъ результаты.

Ученикъ. Но мы такъ долго бесѣдуемъ объ измѣненіи объема воздуха при различныхъ условіяхъ, что я едва не забылъ, что у меня сейчасъ урокъ химіи.

Учитель. То, что ты сейчасъ выучилъ, относится ко всѣмъ газамъ. Если ты возьмешь два различныхъ газа въ равныхъ объемахъ при одинаковыхъ условіяхъ температуры и давленія, то ихъ объемы останутся всегда равными, если ты будешь одновременно и въ совершенно одинаковой степени измѣнять ихъ давленіе и температуру.

Ученикъ. Значитъ, газы расширяются не такъ, какъ жидкости: напримѣръ, вода совершенно иначе расширяется, нежели ртуть.

Учитель. Да, въ этомъ отношеніи газы не обнаруживаютъ никакихъ отклоненій: объемъ одного газа измѣняется при равныхъ условіяхъ такъ же, какъ и объемъ всякаго

другого. Ты увидишь впослѣдствіи, что вообще газы имѣютъ много общаго между собой независимо отъ ихъ химической природы. Всѣ они довольно сходны по внѣшнему виду.

Ученикъ. Всѣ газы безцвѣтны?

Учитель. Нѣтъ. Я уже говорилъ тебѣ, что хлоръ зеленаго цвѣта, а іодъ въ газообразномъ состояніи фіолетоваго. Кромѣ того, я долженъ тебѣ сказать, что сходство многихъ свойствъ обнаруживаютъ только газы. Что же касается перехода газовъ въ жидкое состояніе, то здѣсь опять обнаруживаются различія, такъ какъ одинъ газъ совершаетъ подобный переходъ легче, нежели другой. То же самое слѣдуетъ сказать относительно растворимости газовъ въ водѣ, или другой какой жидкости. Слѣдовательно, о сходствѣ внѣшнихъ свойствъ газовъ можно говорить только тогда, когда они сохраняютъ газообразную форму.

Ученикъ. Такъ, теперь я доволенъ, ибо то, что я сейчасъ выучилъ относительно воздуха, распространяется также на всѣ газы; значитъ, я, самъ того не подозрѣвая, сразу пріобрѣлъ обширныя свѣдѣнія. Относится все это также и къ парамъ, напр., къ парамъ воды?

Учитель. Конечно, здѣсь нѣтъ никакой разницы.

---

26. Вода въ воздухѣ.

Учитель. До сихъ поръ ты познакомился только съ двумя составными частями воздуха,—съ кислородомъ и азотомъ. Но кромѣ того въ воздухѣ всегда находится вода въ видѣ пара.

Ученикъ. Да, я уже давно собираюсь спросить объ этомъ. Вѣдь давленіе, производимое воздухомъ, равно одной атмосферѣ, и вода кипитъ подъ такимъ давленіемъ только при 100°. Какимъ же образомъ воздухъ можетъ содержать въ себѣ пары воды, если его температура гораздо ниже

100°. При этихъ условіяхъ весь водяной паръ долженъ былъ бы превратиться въ жидкую воду.

Учитель. Я очень радъ, что ты задумался надъ этимъ, тѣмъ болѣе, что я еще не сообщалъ тебѣ ничего такого, на основаніи чего ты могъ бы отвѣтить на поставленный вопросъ. Это происходитъ оттого, что испареніе воды зависитъ исключительно отъ давленія, производимаго парами воды, и ничуть не зависитъ отъ давленія другихъ газовъ и паровъ, находящихся вмѣстѣ съ парами воды въ данномъ пространствѣ.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни мнѣ это подробнѣе!

Учитель. Припомни, что я тебѣ говорилъ раньше (стр. 172) объ испареніи воды въ пустомъ пространствѣ: она будетъ испаряться до тѣхъ поръ, пока паръ не достигнетъ опредѣленной плотности. Если же въ данномъ пространствѣ находится еще другой какой-нибудь газъ, напр., воздухъ или водородъ, то отъ этого не произойдетъ никакой перемѣны: испареніе будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока паръ не распредѣлится извѣстнымъ образомъ по всему пространству. Тогда давленіе паровъ воды присоединится къ давленію посторонняго газа, и общее давленіе будетъ равно ихъ суммѣ. Только испареніе будетъ происходить немного медленнѣе, такъ какъ необходимо нѣкоторое время для того, чтобы пары распространились въ средѣ другого газа.

Ученикъ. Кажется, я понялъ, но все-таки мнѣ хотѣлось бы это видѣть.

Учитель. Прежде всего, ты можешь легко убѣдиться, что обыкновенный воздухъ дѣйствительно содержитъ воду въ видѣ паровъ. Ты знаешь, что эта вода осаждается на холодныхъ предметахъ въ видѣ росы, и что дождь образуется вслѣдствіе охлажденія водяныхъ паровъ въ воздухѣ въ жидкую воду, которая затѣмъ падаетъ на землю.

Ученикъ. Слѣдовательно, путемъ охлажденія можно извлечь эту воду?

Учитель. Да, это легко сдѣлать. Я вставляю въ горлышко небольшой колбы пробку съ приводящей и отводящей трубками и приготовляю изъ толченаго льда и поварен-

ной соли—въ отношеніи 3:1—охладительную смѣсь, въ которую затѣмъ погружаю мою колбу (рис. 43). Стоитъ только теперь нѣкоторое время просасывать черезъ нее комнатный воздухъ и въ колбѣ окажется довольно значительное количество воды въ видѣ льда. Если затѣмъ нагрѣть колбу, въ ней, конечно, окажется вода.

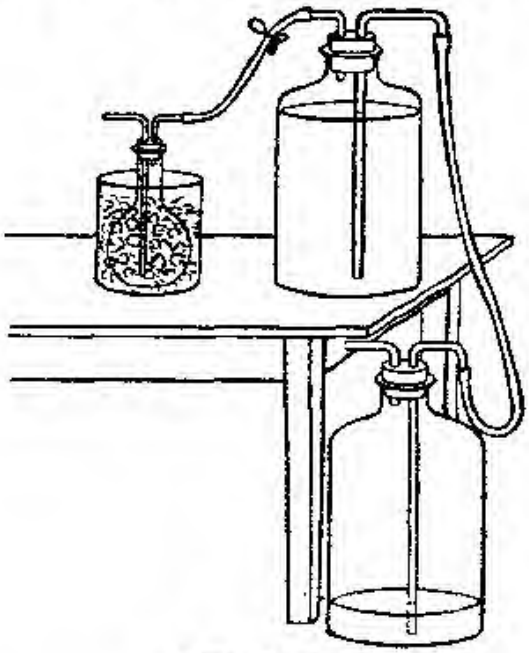

Рис. № 43.

Ученикъ. А какъ получить струю воздуха? Все время всасывать воздухъ ртомъ очень скучно.

Учитель. Мы воспользуемся для этого нашимъ газометромъ (фиг. 28, стр. 146). Если поставить пустую бутыль ниже, а другую соединить посредствомъ резиновой трубки съ колбой, то газометръ втянетъ цѣлую бутыль воздуха. Скорость прохожденія воздуха можемъ регулировать зажимомъ. А если мы затѣмъ снова пожелаемъ просасывать воздухъ, то стоитъ лишь переставить бутыли и верхнюю соединить резиновой трубкой съ нижней.

Ученикъ. Правильно! Однако, я никакъ не предполагалъ, что при помощи газометра можно не только выдувать газы, но также и всасывать.

Учитель. Теперь можно кончить втягиваніе воздуха. Ты видишь, въ колбѣ осѣлъ иней.

Ученикъ. А всегда, когда желаютъ извлечь воду изъ воздуха, необходимо прибѣгать къ охлажденію его?

Учитель. Нѣтъ, это достигается также другими способами. Есть масса веществъ, которыя такъ охотно и быстро соединяются съ водой, что стоитъ лишь пропускать надъ ними влажный воздухъ, какъ они уже извлекаютъ изъ него всю влагу. Такимъ веществомъ является ѣдкій натръ, ты уже видѣлъ его (стр. 68), затѣмъ — концентрированная

сѣрная кислота. Удобно также пользоваться хлористымъ кальціемъ, который въ громадныхъ количествахъ получается на химическихъ заводахъ въ качествѣ побочнаго продукта. Будучи высушенъ или расплавленъ, онъ такъ быстро поглощаетъ влагу воздуха, что небольшой кусочекъ его, оставленный на воздухѣ въ теченіе получаса, превращается въ жидкую капельку. Этой солью можно легко высушить воздухъ и другіе газы.

Ученикъ. Какъ это дѣлается?

Учитель. Хлористымъ кальціемъ наполняютъ особой формы трубки (рис. 44), черезъ которыя и пропускаютъ газы. Если ты самъ не сумѣешь выдуть такія трубки, то можешь взять широкую трубочку и вставить въ оба конца ея по пробкѣ съ отверстіемъ для болѣе узкой трубочки;

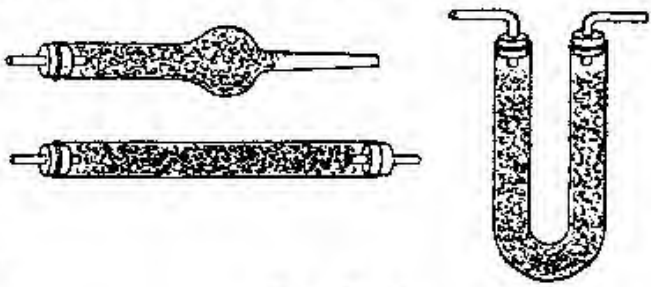

Рис. № 44.

не забудь только вложить въ оба конца немного ваты, чтобы струя газа не могла увлекать съ собою частичекъ соли. Если ты точно взвѣсишь такую трубку, затѣмъ пропустишь черезъ нее опредѣленное количество воздуха и опять взвѣсишь, то ты узнаешь, сколько воды заключалось въ воздухѣ.

Ученикъ. Я когда-нибудь сдѣлаю такое опредѣленіе.

Учитель. Ты не очень много получишь, если не пропустишь черезъ трубку нѣсколько десятковъ литровъ воздуха.

Ученикъ. Сколько же воды заключается въ воздухѣ?

Учитель. Очень различно; это зависитъ отъ температуры и кромѣ того еще отъ свойствъ воздуха. Ты помнишь, что я говорилъ объ испареніи воды въ воздухѣ (стр. 217)?

Ученикъ. Да, она испаряется въ такомъ количествѣ, какъ если бы въ окружающемъ ее пространствѣ совершенно не было воздуха.

Учитель. Вѣрно! Но тебѣ извѣстно, что давленіе паровъ и, слѣдовательно, количество ихъ въ данномъ простран-

стиѣ будетъ тѣмъ больше, чѣмъ выше температура. Вотъ тебѣ таблица, которая укажетъ, сколько граммовъ водяного пара можетъ содержаться въ литрѣ воздуха, когда онъ находится въ соприкосновеніи съ жидкой водой, или, какъ говорятъ, насыщенъ парами воды. Одинъ литръ воздуха, насыщеннаго парами, содержитъ:

при 0°	0,0049	гр. паровъ воды.
„ 5°	0,0068	„ „ „
„ 10°	0,0094	„ „ „
„ 15°	0,0127	„ „ „
„ 20°	0,0171	„ „ „
„ 25°	0,0228	„ „ „

Ученикъ. «Насыщенный»—это то же самое слово, которое ты употребилъ, говоря о растворахъ.

Учитель. Оно и здѣсь имѣетъ то же значеніе: оно указываетъ, что вода не можетъ болѣе испаряться въ данномъ объемѣ воздуха.

Ученикъ. А меньше?

Учитель. Конечно; точно такъ же, какъ мы это видѣли у растворовъ. Обыкновенный воздухъ, какъ на дворѣ, такъ и въ комнатѣ, почти всегда бываетъ ненасыщенъ; и только, когда идетъ дождь, или стелется туманъ, воздухъ оказывается насыщеннымъ. Отношеніе количества влаги, заключающейся въ воздухѣ, къ тому количеству ея, которое можетъ въ немъ находиться при насыщеніи, называется влажностью или степенью влажности воздуха. Если воздухъ содержитъ, положимъ, при 20°—0,0140 гр. воды въ литрѣ, то влажность его равна 0,0140 : 0,0171 = 0,82, или 82 процента, такъ какъ при этой температурѣ воздухъ могъ бы содержать согласно таблицѣ 0,0171 гр. воды. Обыкновенно въ воздухѣ содержится около 70 проц. влаги. Мы находимъ воздухъ сухимъ, когда онъ содержитъ 50 проц. влаги, а при 90 проц., считаемъ его влажнымъ.

Ученикъ. Я понялъ это.

Учитель. Взгляни еще разъ на таблицу. Когда температура повышается на 10°, то количество паровъ увеличивается каждый разъ почти вдвое. Воздухъ, на половину

насыщенный при 20°, при 10° оказывается почти совершенно насыщеннымъ; и обыкновенный воздухъ, влажность котораго равна 70 процентамъ, долженъ значительную часть воды выдѣлить въ жидкомъ видѣ, когда температура его понизится съ 20° на 10°. Этимъ и обусловливается появленіе дождя.

Ученикъ. Числа значительно облегчаютъ уясненіе подобныхъ явленій. Но скажи, пожалуйста, почему въ одномъ случаѣ идетъ дождь, а въ другомъ—образуется туманъ?

Учитель. Это зависитъ отъ того, какъ много воды выдѣляется въ капельно-жидкомъ состояніи. Если выдѣляется немного, то очень мелкія капельки не соединяются въ болѣе крупныя, и тогда появляется туманъ; въ противномъ случаѣ начинается дождь. Поэтому туманъ всегда предшествуетъ дождю, но только обыкновенно мы называемъ туманъ, образующійся въ верхнихъ слояхъ воздуха, иначе, а именно—облаками.

Ученикъ. Какъ узнали, что облака представляютъ только туманъ?

Учитель. Облака часто окутываютъ вершины горъ; если подняться туда, то легко убѣдиться, что это туманъ.

Ученикъ. Пожалуйста, объясни еще, отчего воздухъ не вполнѣ насыщенъ парами воды? Вѣдь онъ всюду находится въ соприкосновеніи съ водой: не только на морѣ, но также во многихъ мѣстахъ внутри материковъ.

Учитель. Это зависитъ отъ легкой подвижности воздуха, благодаря которой онъ постоянно попадаетъ въ новыя условія. Представь себѣ, что въ данномъ мѣстѣ воздухъ вполнѣ насыщенъ. Если онъ затѣмъ перемѣстится въ другую мѣстность, гдѣ нагрѣется сильнѣе, то онъ уже отъ одного этого, какъ тебѣ извѣстно изъ таблицы, окажется ненасыщеннымъ. Если же воздухъ попадетъ въ болѣе холодную мѣстность, то онъ потеряетъ часть воды въ видѣ дождя, а если затѣмъ онъ снова нагрѣется до прежней температуры, то опять окажется невасыщеннымъ. Словомъ, чтобы ни произошло, воздухъ всегда претерпѣваетъ измѣ-

ненiе въ томъ смыслѣ, что онъ въ концѣ концовъ оказывается ненасыщеннымъ.

Ученикъ. Все это гораздо проще, чѣмъ я предполагалъ.

---

27. Углеродъ.

Учитель. Къ элементамъ кислороду, водороду и азоту примыкаетъ по своей распространенности и важности углеродъ. Ты знаешь уже, что этотъ элементъ можно получить въ видѣ древеснаго угля.

Ученикъ. Такъ какъ я зналъ, что сегодня рѣчь будетъ идти объ углеродѣ, то я заранѣе внимательно осмотрѣлъ кусокъ древеснаго угля. Я замѣтилъ при этомъ, что на немъ ясно видны всѣ годовыя кольца дерева.

Учитель. На немъ можно видѣть не только годовыя кольца, но подъ микроскопомъ такъ же легко обнаруживаются отдѣльныя клѣтки, изъ которыхъ было составлено дерево.

Ученикъ. Но вѣдь дерево состоитъ не изъ одного только углерода?

Учитель. Нѣтъ, изъ соединенiй углерода, водорода и кислорода. При выжиганiи угля, которое состоитъ въ медленномъ нагрѣванiи дерева, оба послѣднихъ элемента удаляются, а углеродъ остается. Такъ какъ углеродъ плавится лишь при очень высокой температурѣ, которая далеко не достигается при выжиганiи угля, то остающiйся углеродъ сохраняетъ строенiе клѣтокъ, изъ которыхъ было построено дерево. Впрочемъ, древесный уголь не представляетъ чистаго углерода. Ты можешь убѣдиться въ этомъ при горѣнiи его: всегда въ такихъ случаяхъ остается зола, тогда какъ чистый углеродъ сгораетъ безъ остатка.

Ученикъ. А чистый углеродъ извѣстенъ?

Учитель. Да, прокаленная сажа представляетъ почти совершенно чистый углеродъ. Ты знаешь, что сажа—очень тонкій порошокъ чернаго цвѣта.

Ученикъ. Но раньше ты говорилъ, что почти всѣ чистыя вечества образуютъ кристаллы, а сажа не похожа на кристаллическое тѣло.

Учитель. Сажа дѣйствительно не кристаллична. Такія тѣла называются аморфными, или, въ переводѣ,—безформенными. Сажа представляетъ аморфный углеродъ. И древесный уголь представляетъ аморфный углеродъ, но не въ чистомъ видѣ.

Ученикъ. Также, вѣроятно, и каменный уголь?

Учитель. Нѣтъ, попадающіеся въ землѣ угли,—антрацитъ, каменный уголь, бурый уголь, торфъ,—оказываются химическими соединеніями, которыя все-таки содержатъ большое количество углерода: болѣе всего—антрацитъ, менѣе—торфъ. Всѣ они образовались изъ растеній. Въ каменномъ углѣ нерѣдко находятъ остатки растеній, еще легче ихъ обнаружить въ буромъ углѣ, а торфъ иногда цѣликомъ состоитъ изъ такихъ остатковъ. Въ теченіе продолжительнаго времени, которое растенія пролежали въ землѣ, они подверглись приблизительно такимъ же измѣненіямъ, которыя испытываютъ дрова при медленномъ выжиганіи угля, но только процессъ этотъ затянулся на очень длинный періодъ.

Ученикъ. Я начинаю теперь понимать, почему ты назвалъ углеродъ такимъ важнымъ элементомъ: всѣ горючіе матеріалы состоятъ изъ углерода.

Учитель. Совершенно вѣрно. Но горючимъ матеріаломъ пользуются не только для отопленія, а также для всевозможныхъ техническихъ цѣлей. Всѣ машины, за исключеніемъ приводимыхъ въ движеніе паденіемъ воды, напримѣръ, водяныя мельницы и др., приводятся въ дѣйствіе углемъ: затѣмъ вся работа на химическихъ, желѣзодѣлательныхъ и другихъ металлургическихъ заводахъ также выполняется при помощи угля. Такимъ образомъ, вся наша культура была бы немыслима безъ угля.

Ученикъ. На чемъ же, собственно, это основано? Я хочу сказать, почему всюду оказывается такая потребность въ углѣ?

Учитель. Это зависитъ отъ того, что при горѣніи угля освобождается большое количество работы, которая выдѣляется въ видѣ теплоты. Этой теплотой пользуются для цѣлей отопленія, приведенія въ дѣйствіе машинъ и для воспроизведенія такихъ химическихъ превращеній, которыя не могутъ идти сами собой, короче, — уголь доставляетъ намъ необходимый запасъ энергіи для нашихъ работъ.

Ученикъ. Какъ же такъ, то же самое ты говорилъ относительно кислорода?

Учитель. Энергія освобождается только тогда, когда уголь и кислородъ химически соединяются, т.-е., когда уголь сгораетъ. Но для того, чтобы произошло подобное соединеніе, углеродъ такъ же необходимъ, какъ и кислородъ.

Ученикъ. А такъ какъ кислородъ—газъ, то имъ можно пользоваться всюду даромъ, между тѣмъ уголь представляетъ твердое вещество, и потому его приходится покупать.

Учитель. Очень хорошо, что ты обратилъ на это свое вниманіе. Высказанная тобою мысль вполнѣ справедлива. Но ты долженъ изъ этого видѣть также и то, что этимъ обстоятельствомъ обусловливается возможность получать теплоту именно въ томъ мѣстѣ, гдѣ она нужна. Если бы углеродъ, подобно газамъ, распространялся повсюду, то, вѣроятно, можно было бы воспламенить весь воздухъ, но не удалось бы развести огня въ печкѣ.

Ученикъ. Тогда получился бы гремучій газъ!

Учитель. Вѣрно. Но займемся лучше тѣмъ, что̀ происходитъ въ дѣйствительности. Итакъ, уголь для техники представляетъ самый важный источникъ энергіи. Обрати теперь вниманіе на слѣдующее: когда сжигаютъ уголь, то всегда стараются, чтобы тѣ вещества, которыя при этомъ образуются, возможно скорѣе удалялись черезъ трубу; и только теплоту, которая получается при горѣніи, стараются удержать съ наибольшей полнотой. Значитъ, уголь покупаютъ и употребляютъ не ради углерода, но ради той энергіи, которая въ немъ заключается.

Ученикъ. Я не такъ представлялъ себѣ это; но я понимаю теперь, что это вполнѣ вѣрно.

Учитель. Ты можешь ясно видѣть это изъ того, что пароходъ или локомотивъ для своего движенія нуждаются въ углѣ. Каждый изъ нихъ можетъ двигаться лишь до тѣхъ поръ, пока не вышелъ весь уголь; но разъ уголь израсходованъ, машина перестаетъ работать. Поэтому-то по всему океану,—на островахъ и на берегу,—устроены такія станціи, гдѣ пароходы могутъ покупать новые запасы работы въ видѣ угля.

Ученикъ. А почему же не требуется угля, чтобы плыть въ лодкѣ на веслахъ?

Учитель. Ты самъ сумѣешь разобраться въ этомъ. Припомни только, какое значеніе имѣетъ кислородъ для живыхъ существъ?

Ученикъ. Да, пищевые продукты имѣютъ для нихъ такое же значеніе, какъ уголь для машинъ. Но вѣдь пищевые продукты состоятъ не изъ углерода.

Учитель. Всѣ они содержатъ углеродъ, горѣніе котораго и доставляетъ очень значительную часть энергіи, необходимой организму. Эти соединенія состоятъ изъ углерода, водорода и кислорода, а нѣкоторыя содержатъ и азотъ.

Ученикъ. Да, я знаю: тѣ именно, которыя при горѣніи распространяютъ очень непріятный запахъ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Такъ какъ пищевые продукты служатъ для построенія тѣла животныхъ и растеній, то ткани, изъ которыхъ эти послѣднія состоятъ, содержатъ и углеродъ. Такія и подобныя имъ вещества называются органическими соединеніями, потому что живыя существа называются еще организмами; отсюда—вошло въ привычку всѣ углеродистыя соединенія называть органическими соединеніями.

Ученикъ. А много такихъ соединеній?

Учитель. Теперь извѣстно болѣе ста тысячъ, и каждый день открываются еще новыя.

Ученикъ. Вѣдь этого ни одинъ человѣкъ не можетъ выучить.

Учитель. Да, немыслимо. Но въ этомъ нѣтъ бѣды. Всѣ эти соединенія заносятся въ тщательно составляемые списки, въ которыхъ можно найти все, что̀ извѣстно объ этихъ соединеніяхъ.

Ученикъ. И другіе элементы образуютъ такъ много соединеній?

Учитель. Нѣтъ, значительно меньше. Поэтому химію углеродистыхъ соединеній отдѣляютъ отъ химіи остальныхъ элементовъ и разсматриваютъ ее особо, какъ органическую химію, относя всѣ остальныя вещества къ неорганической химіи.

Ученикъ. Однако, подобное подраздѣленіе кажется мнѣ довольно произвольнымъ.

Учитель. Оно не такъ произвольно, какъ кажется. Углеродистыя соединенія имѣютъ такъ много общаго между собой, что ихъ удобнѣе разсматривать отдѣльно отъ всѣхъ остальныхъ. Впрочемъ, нѣкоторыя, болѣе простыя, соединенія углерода относятъ къ неорганической химіи, такъ какъ углеродъ содержится во многихъ минералахъ и горныхъ породахъ.

Ученикъ. Да, въ видѣ каменнаго угля и другихъ подобныхъ образованій.

Учитель. Нѣтъ, въ видѣ другихъ химическихъ соединеній. Мраморъ и мѣлъ, напр., содержатъ углеродъ. Мы остановимся подробнѣе на этихъ соединеніяхъ позднѣе; а теперь займемся еще свободнымъ элементомъ углеродомъ.— Знакомясь съ углеродомъ, мы наталкиваемся на одну особенность, съ которой тебѣ слѣдуетъ познакомиться. Слыхалъ ли ты, что алмазъ представляетъ ничто иное, какъ углеродъ?

Ученикъ. Да, потому что при сильномъ нагрѣваніи его можно сжечь.

Учитель. Это не можетъ считаться достаточнымъ основаніемъ, ибо при сильномъ нагрѣваніи можно сжечь очень много другихъ веществъ, которыя, однако, не будутъ углеродомъ. Вѣдь кислородъ можетъ соединяться съ большинствомъ другихъ элементовъ.

Ученикъ. Да, но алмазъ, какъ мнѣ кажется, сгораетъ безъ всякаго остатка.

Учитель. Это могло бы служить болѣе опредѣленнымъ признакомъ, такъ какъ извѣстно, что кислородное соединеніе, или окись, даннаго элемента или элементовъ, изъ которыхъ состоитъ алмазъ, улетучивается. Но этимъ свойствомъ обладаетъ не одинъ только углеродъ. Сѣра тоже сгораетъ безъ остатка, а равнымъ образомъ и водородъ.

Ученикъ. Значитъ, все сводится къ тому, что при этомъ получается.

Учитель. Очень хорошо. Теперь мы ближе къ дѣлу. Когда сгораетъ уголь, то получается газъ, называемый двуокисью углерода. Ты уже знаешь его (стр. 66). Его легко узнать потому, что съ известковой водой онъ даетъ бѣлый осадокъ, отъ котораго прозрачная до того известковая вода становится похожей на молоко. Чтобы тебѣ напомнить, я повторю этотъ опытъ еще разъ, но въ нѣсколько измѣненномъ видѣ. Я кладу въ стеклянную трубку осколокъ угля и, соединивъ нее съ газометромъ (стр. 146), начинаю пропускать черезъ нее воздухъ и нагрѣвать снаружи то мѣсто трубки, гдѣ лежитъ уголь. Во взятую мною трубку вставлена при помощи пробки тонкая газоотводная трубка, загнутая подъ прямымъ угломъ; свободный конецъ ея погружаю въ стаканъ съ известковой водой (рис. 45). Теперь уголь начинаетъ раскаливаться, и одновременно съ этимъ известковая вода начинаетъ становиться мутной.

Ученикъ. А если я возьму вмѣсто угля алмазъ, то онъ тоже сгоритъ, и известковая вода тоже помутнѣетъ?

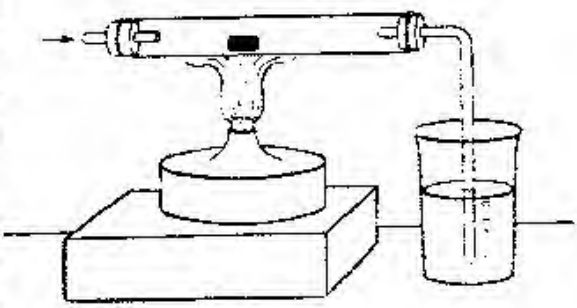

Рис. № 45.

Учитель. Совершенно вѣрно; но только тебѣ не удалось бы воспроизвести этотъ опытъ въ стеклянной трубкѣ, такъ какъ алмазъ загорается при температурѣ, значительно превышающей ту, при которой трубка начинаетъ плавиться. Кромѣ того, лучше воспользо-

ваться чистымъ кислородомъ, тогда горѣніе происходитъ легче.

Ученикъ. Этимъ пріемомъ можно дѣйствительно доказать, что алмазъ представляетъ чистый углеродъ.

Учитель. Не торопись дѣлать подобный выводъ. Ты доказалъ бы этимъ лишь то, что алмазъ содержитъ въ себѣ элементъ углеродъ, но отнюдь не то, что онъ состоитъ исключительно изъ углерода. А какъ можно узнать, не содержитъ ли онъ еще и другихъ элементовъ?

Ученикъ. Я не вполнѣ тебя понимаю.

Учитель. Смотри, я повторяю мой предыдущій опытъ съ кусочкомъ дерева, Оно также загорается, и известковая вода тоже становится мутной. Но относительно дерева я не могу сказать, что оно представляетъ углеродъ, ибо ка ряду съ углеродомъ оно содержитъ еще водородъ и кислородъ.

Ученикъ. Дай мнѣ сообразить... Такъ, изъ водорода при горѣніи должна получиться вода. А если ничего кромѣ двуокиси углерода не получается, то можно сказать, что вещество содержитъ только элементъ углеродъ.

Учитель. Хотя ты и приблизился къ истинѣ, но не разрѣшилъ еще вполнѣ разсматриваемаго вопроса. Вѣдь алмазъ могъ бы представлять соединеніе углерода съ небольшимъ количествомъ кислорода, съ меньшимъ, нежели содержится въ двуокиси углерода. Такое соединеніе при горѣніи дало бы также только двуокись углерода и ничего больше, и все-таки оно состояло бы не изъ одного углерода.

Ученикъ. А развѣ есть такое соединеніе?

Учитель. Да, но оно представляетъ не твердое тѣло, какъ алмазъ, а газообразное.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, его нельзя смѣшать съ алмазомъ.

Учитель. Ты хочешь уклониться отъ разсматриваемаго вопроса; это было бы нецѣлесообразно: ты упустилъ бы удобный случай узнать кое-что новое.

Ученикъ. Признаюсь, я не могу вполнѣ во всемъ этомъ разобраться.

Учитель. Когда углеродъ сгораетъ, то 3 части его, соединяясь съ 8 частями кислорода, даютъ 11 частей двуокиси углерода. Точно такое же отношеніе найдено для алмаза. А если бы алмазъ помимо углерода содержалъ еще что-нибудь другое, то онъ долженъ былъ бы дать меньше двуокиси углерода, а именно столько, сколько отвѣчаетъ количеству содержащагося въ немъ углерода.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, дерево должно давать значительно меньше двуокиси углерода, нежели уголь.

Учитель. Такъ оно и есть: 3 части дерева даютъ не больше $4^1/_2$ частей двуокиси углерода.

Ученикъ. А нѣтъ ли такихъ веществъ, которыя давали бы больше?

Учитель. Нѣтъ ни одного. Но есть еще одно вещество, которое даетъ ровно столько же. Это—графитъ, вещество, изъ котораго дѣлаютъ обыкновенные карандаши.

Ученикъ. Значитъ, онъ также долженъ представлять углеродъ?

Учитель. Совершенно вѣрно. Итакъ, мы можемъ сказать, что элементъ углеродъ встрѣчается въ трехъ различныхъ формахъ: въ видѣ угля, алмаза и графита.

Ученикъ. Я этого не понимаю. Какимъ образомъ одно и то же вещество можетъ существовать въ трехъ различныхъ формахъ? И почему не готовятъ алмазы изъ угля, если они оба состоятъ изъ одного и того же вещества?

Учитель. Ты предлагаешь вполнѣ разумный вопросъ, и я постараюсь, насколько могу, дать тебѣ отвѣтъ на него. Тебѣ извѣстно, что одно и тоже вещество, напр. вода, можетъ встрѣчаться въ различныхъ формахъ состоянія. Для воды извѣстно такихъ формъ какъ разъ три, именно: ледъ, вода и паръ.

Ученикъ. Да, это будутъ три формы состоянія (Formarten). Но уголь, алмазъ и графитъ,—всѣ они представляютъ твердыя тѣла. Конечно, это было бы понятно, если бы они путемъ нагрѣванія или охлажденія могли превращаться другъ въ друга. Между тѣмъ всѣ три формы существуютъ одновременно при одной и той же температурѣ.

Учитель. Это вѣрно. Но уголь дѣйствительно превращается въ графитъ; это происходитъ при очень высокой температурѣ.

Ученикъ. Ты можешь мнѣ это показать?

Учитель. Это не особенно трудно сдѣлать. Угольные электроды, горящіе въ электрическихъ дуговыхъ лампахъ, приготовляются изъ обыкновеннаго угля. Въ слѣдующій разъ, когда рабочій будетъ вставлять новые угольные цилиндры, попроси себѣ старые обгорѣвшіе концы. Ты увидишь тогда, что верхушки ихъ, подобно графиту, стали сѣрыми, гладкими и съ металлическимъ блескомъ. Такое же превращеніе происходитъ съ угольными волосками въ электрическихъ лампочкахъ накаливанія вслѣдствіе высокой температуры, дѣйствію которой подвергаются волоски. Первоначально, это обугленныя хлопчато-бумажныя нити, а когда онѣ отслужатъ, становятся сѣрыми и блестящими какъ графитъ.

Ученикъ. Я попрошу себѣ также перегорѣвшую лампочку накаливанія и разобью ее.

Учитель. Дѣлай это осмотрительно, чтобы не потерять тонкій волосокъ.

Ученикъ. Таково превращеніе утля. А можно алмазъ также перевести въ графитъ?

Учитель. Конечно, точно такимъ же образомъ: путемъ очень сильнаго нагрѣванія.

Ученикъ. И обратное превращеніе возможно?

Учитель. Графитъ удается превратить въ обыкновенный уголь только окольнымъ путемъ; именно: если его сначала перевести въ какое-нибудь соединеніе, а затѣмъ уже выдѣлить изъ послѣдняго уголь.

Ученикъ. Я не вполнѣ представляю себѣ это.

Учитель. Я не намѣренъ тебѣ это описывать болѣе подробно, такъ какъ при указанныхъ превращеніяхъ примѣняютъ такія вещества, съ которыми ты еще не знакомъ. Удовлетворись пока тѣмъ, что мною указана возможность подобныхъ превращеній.

Ученикъ. А что извѣстно относительно алмаза? И его можно получить изъ угля или графита?

Учитель. Да, это тоже возможно.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, альмазы должны понизиться въ цѣнѣ?

Учитель. До этого еще далеко, такъ какъ теперь пока получаются очень маленькіе алмазы, да и то въ незначительныхъ количествахъ.

Ученикъ. Почему же? Вѣдь угля очень много.

Учитель. Да, это приводитъ насъ опять къ общему вопросу. Я сравнилъ три вида углерода съ формами состоянія (Formarten). Но углеродъ обладаетъ также свойствомъ переходить въ жидкое и газообразное состояніе; слѣдовательно, ему свойственны и обыкновенныя формы состоянія (Formarten).

Ученикъ. Жидкій и газообразный углеродъ?

Учитель. Да, хотя для этого требуется очень высокая температура, болѣе 3000°, которую однако можно получить при помощи электрическаго тока.—Итакъ, углеродъ можетъ принимать газообразную форму, жидкую формы и три различныхъ твердыхъ формы. Слѣдовательно, углеродъ извѣстенъ не въ трехъ только, а въ пяти различныхъ формахъ состоянія.

Ученикъ. Значитъ, вотъ въ чемъ дѣло. Такъ оно и выходитъ: подобно тому, какъ вода при нагрѣваніи переходитъ въ паръ, такъ и уголь при нагрѣваніи превращается въ графитъ. Но при обратномъ превращеніи углерода получаются результаты, отличные отъ подобнаго же опыта съ водой: графитъ нельзя охлажденіемъ превратить опять въ уголь; графитъ остается при этомъ тѣмъ, что онъ есть.

Учитель. Да, это и составляетъ наиболѣе сложную часть разсматриваемаго вопроса, но я надѣюсь, что ты поймешь и это. Ты знаешь, что вода при 0° превращается въ ледъ. Припомни теперь, что я тебѣ говорилъ о переохлажденіи (стр. 162)?

Ученикъ. Воду можно охладить ниже 0°, и она останется жидкой, если только при этомъ ея не коснется ледъ.

Учитель. Вѣрно. У меня имѣется запаяная трубка съ водой, въ которую при настоящихъ условіяхъ ледъ не мо-

жетъ попасть извнѣ. Я кладу ее въ сыѣсь изъ воды и льда, температура которой, какъ извѣстно, равна 0°, и буду держать ее тамъ такъ долго, какъ мнѣ вздумается, и все-таки въ ней не образуется льда.

Ученикъ. Это не годится,—ты долженъ охладить трубку нѣсколько ниже 0°.

Учитель. Совершенно вѣрно! Если я прибавлю къ смѣси немного поваренной соли, то температура спустится ниже 0°. Для этого достаточно полъ столовой ложки. Термометръ показываетъ—4°, а вода въ трубкѣ все еще не думаетъ замерзать.

Ученикъ. А если ты, продержишь ее въ смѣси очень долго?

Учитель. Получится тоже самое. Но если я добавлю еще нѣкоторое количество соли, пока термометръ не понизится до—10°, и буду при этомъ энергично встряхивать трубку, то я могу достигнуть того, что внезапно образуется ледъ.

Ученикъ. Да, я вижу,—вода замерзла.

Учитель. Въ этомъ же родѣ можешь представить себѣ полученіе алмаза. Но только условія нашихъ опытовъ таковы, что при нихъ алмазъ не желаетъ образоваться. Чтобы его получить, необходимо очень сильное давленіе при высокой температурѣ. А такъ какъ очень трудно достигнуть подобныхъ условій, то и полученіе алмаза представляетъ не легкую задачу.

Ученикъ. Да, теперь представляю себѣ это. Но почему же именно углеродъ обладаетъ такими особенностями?

Учитель. Это свойственно не одному углероду. Ты познакомишься скоро со многими другими веществами, которыя также образуютъ нѣсколько твердыхъ формъ.

Ученикъ. Только твердыя тѣла могутъ образовать такія различныя формы?

Учитель. Да, главнымъ образомъ. Такія тѣла называются аллотропными. Уголь, алмазъ и графитъ будутъ аллотропными формами углерода.

Ученикъ. Мнѣ думается, что я отчасти понялъ все это. Но мнѣ хотѣлось бы еще узнать слѣдующее: на чемъ основано это различіе формъ, или отъ чего оно зависитъ?

Учитель. Оно зависитъ отъ различнаго содержанія въ веществѣ работы, или энергіи. Какъ для превращенія льда въ воду, или воды въ паръ, нужна работа, такъ и для превращенія угля въ алмазъ необходима энергія; и какъ тамъ, такъ и здѣсь, одинаково,—превращеніе не сопровождается ни присоединеніемъ, ни выдѣленіемъ какого-нибудь другого вещества.

Ученикъ. Значитъ, энергія играетъ почти такую же роль, какъ и химическій элементъ, ибо благодаря соединенію съ ней одно вещество переходитъ въ другое съ иными свойствами.

Учитель. Такое представленіе вполнѣ допустимо. Но только при подобнаго рода аллотропныхъ превращеніяхъ не происходитъ измѣненія въ вѣсѣ тѣлъ, такъ какъ энергія не вѣсома.

Ученикъ. Такъ, я понялъ теперь все.

---

28. Окись углерода.

Учитель. Я неоднократно говорилъ тебѣ о томъ, что образуется изъ угля при горѣніи его, и тебѣ не разъ уже приходилось видѣть это вещество.

Ученикъ. Да, оно представляетъ газъ, состоящій изъ углерода и кислорода; онъ называется двуокисью углерода. Но почему его не называютъ просто окисью углерода?

Учитель. Потому что изъ обоихъ элементовъ получается еще одно соединеніе, которое называется окисью углерода. Первое называютъ въ отличіе двуокисью, потому что оно содержитъ въ два раза больше кислорода, нежели второе.

Ученикъ. Какова на видъ окись углерода?

Учитель. Это безцвѣтный, какъ и двуокись углерода, газъ, но отличается отъ двуокиси тѣмъ, что обладаетъ свойствомъ горѣть и кромѣ того очень ядовитъ.

Ученикъ. Я могу его видѣть?

Учитель. Такъ же, какъ всякій безцвѣтный газъ: по виду онъ не отличается отъ воздуха; а плотность и другія физическія свойства его сходны съ таковыми же свойствами азота. Горѣніе окиси углерода ты много разъ видѣлъ.

Ученикъ. Когда и гдѣ?

Учитель. Вѣдь тебѣ часто приходилось видѣть, какъ въ печи горитъ уголь. Сначала, какъ только его бросятъ въ печь, получается свѣтлое пламя, что обусловливается выдѣленіемъ и сгораніемъ содержащагося въ углѣ водорода, при этомъ выдѣляются нѣкоторыя соединенія углерода, отъ которыхъ и зависитъ свѣтлая окраска пламени.

Ученикъ. Да, мнѣ приходилось это видѣть.

Учитель. Но когда уголь совершенно раскалится, то пламя принимаетъ другой видъ. Оно дѣлается блѣднымъ, голубоватымъ и едва замѣтнымъ при дневномъ свѣтѣ. Ты видѣлъ, конечно, переносныя печи для кокса въ дѣйствіи: коксъ раскаливается, и печь даетъ сильный жаръ, но днемъ почти совсѣмъ не видно пламени, тогда какъ вечеромъ можно замѣтить блѣдное пламя.

Ученикъ. Да, я обращалъ вниманіе и на это. Такое пламя напоминаетъ по виду пламя спиртовой лампочки.

Учитель. Совершенно вѣрно; это и есть пламя окиси углерода. Кислородъ, придя въ соприкосновеніе съ раскаленнымъ углемъ, соединяется сначала съ двойнымъ, сравнительно съ двуокисью углерода, количествомъ угля и образуетъ окись углерода, которая затѣмъ проникаетъ въ верхніе слои угля и здѣсь, благодаря притозу свѣжаго воздуха, сгораетъ въ двуокись углерода.

Ученикъ. Въ слѣдующій разъ я буду внимательнѣе слѣдить за горѣніемъ угля въ печи.

Учитель. Имѣй при этомъ въ виду слѣдующее. Окись углерода напоминаетъ азотъ еще тѣмъ, что она совершенно лишена запаха; но она, какъ я уже говорилъ, очень ядови-

та. Если она смѣшается съ воздухомъ, то можетъ причинить большой вредъ: ежегодно умираетъ очень много людей отъ отравленія окисью углерода.

Ученикъ. Какимъ образомъ?

Учитель. Именно такъ, какъ я сейчасъ описывалъ. Когда въ печи находятся раскаленные угли, а заслонка въ трубѣ раньше времени закрыта, то притокъ воздуха къ углю становится недостаточнымъ для того, чтобы сжечь его въ двуокись; вмѣсто нея образуется окись углерода, которая попадаетъ затѣмъ въ комнату и отравляетъ находящихся тамъ людей.

Ученикъ. Но вѣдь комната значительно больше печи, и потому въ ней можетъ скопиться сравнительно небольшое количество окиси углерода; кромѣ того, въ комнатѣ все-таки происходитъ обмѣнъ воздуха.

Учитель. Это вѣрно; но, къ сожалѣнію, окись углерода поглощается кровью даже въ томъ случаѣ, когда содержаніе ея въ воздухѣ сравнительно незначительно. Слѣдуетъ еще отмѣтить, что при отравленіи окисью углерода люди не ощущаютъ удушья: они становятся разслабленными, ихъ клонитъ ко сну, и они оказываются неспособными даже помочь себѣ.

Ученикъ. Какъ же поступаютъ съ тѣми лицами, у которыхъ началось уже отравленіе?

Учитель. Ихъ стараются какъ можно скорѣе вынести на свѣжій воздухъ и заставляютъ какъ можно глубже дышать, а въ случаѣ надобности устраиваютъ искусственное дыханіе, какъ и утопленникамъ, послѣдовательно наклоняя верхнюю часть тѣла и вытягивая руки впередъ и назадъ. Свѣтильный газъ тоже содержитъ довольно значительное количество окиси углерода и потому онъ тоже ядовитъ. Но здѣсь предостерегаетъ запахъ; надо тотчасъ же посмотрѣть, откуда онъ выходитъ, и принять надлежащія мѣры.

Ученикъ. Я не думалъ, что соединеніе, полученное изъ углерода и кислорода можетъ быть ядовитымъ, потому что оба эти элемента не ядовиты и къ тому же находятся въ нашемъ тѣлѣ.

Учитель. Ты видишь опять на этомъ примѣрѣ, что свойства соединенiй значительно отличаются отъ свойствъ ихъ элементовъ. Я уже упоминалъ какъ-то, что обыкновенно выражаются очень неточно, когда говорятъ: элементы вступаютъ въ соединенiя, не измѣняя своихъ свойствъ.

Ученикъ. Да, я знаю это, но неточность выраженiя невольно создаетъ такое представленiе.

---

29. Двуокись углерода.

Учитель. Что знаешь ты изъ прошлаго о двуокиси углерода?

Ученикъ. Она образуется при горѣнiи угля, а также, когда сгораютъ содержащiя углеродъ вещества. Ее можно открыть при помощи известковой воды.

Учитель. Ты хорошо это запомнилъ. Что же происходитъ съ известковой водой, когда на нее дѣйствуетъ двуокись углерода?

Ученикъ. Она становится мутной какъ молоко.

Учитель. Да. На языкѣ химиковъ принято говорить: образуется бѣлый осадокъ.

Ученикъ. Что же осаждается тамъ?

Учитель. Если ты дашь мутной жидкости постоять, то муть осядетъ на дно въ видѣ бѣлаго слоя, такъ какъ она состоитъ изъ порошка болѣе плотнаго, чѣмъ жидкость, въ которой она образовалась. Всякое твердое тѣло, образующееся въ жидкости вслѣдствiе химическаго превращенiя, называютъ осадкомъ.—А какой видъ имѣетъ сама по себѣ двуокись углерода?

Ученикъ. Вѣроятно, она тоже представляетъ безцвѣтный газъ.

Учитель. Совершенно вѣрно. Она обладаетъ слѣдующимъ особеннымъ свойствомъ: ея плотность значительно больше плотности воздуха, а потому, въ противоположность водороду, она падаетъ въ воздухѣ внизъ.

Ученикъ. Мнѣ хотѣлось бы взглянуть на это.

Учитель. Въ такомъ случаѣ, мы должны приготовить сначала двуокись углерода. Мы воспользуемся для этого такимъ же точно приборомъ, какой служилъ намъ для полученія водорода (рис. 24, стр. 133), но только я положу въ бутылку не цинкъ, а мѣлъ или мраморъ. Въ воронку опять наливаю разбавленной соляной кислоты. Ты видишь, какъ только соляная кислота начинаетъ стекать въ бутылку, тотчасъ происходитъ вспѣниваніе вслѣдствіе образованія газа—двуокиси углерода.

Ученикъ. Какое взаимодѣйствіе происходитъ между соляной кислотой и мѣломъ?

Учитель. Я не могу пока дать тебѣ подробныхъ объясненій, потому что у тебя нѣтъ еще для этого необходимыхъ знаній. Но ты скоро узнаешь это. А теперь убѣдимся только въ томъ, что развивающійся газъ есть дѣйствительно двуокись углерода. Съ этой цѣлью проведемъ ее въ пустую колбу, затѣмъ прильемъ немного известковой воды и встряхнемъ колбу.

Ученикъ. Да, вѣрно, опять образуется бѣлый осадокъ.

Учитель. Ты могъ уже замѣтить при этомъ опытѣ, что двуокись углерода плотнѣе воздуха, такъ какъ она оставалась въ колбѣ, когда мы ее проводили. Но это будетъ еще нагляднѣе, если мы наполнимъ газомъ двѣ пробирки, какъ мы это дѣлали съ водородомъ (стр. 134), и будемъ держать одну—отверстіемъ внизъ, а другую—вверхъ. Двуокись углерода останется въ послѣдней пробиркѣ. Какъ ты это докажешь?

Ученикъ. Конечно, при помощи известковой воды.

Учитель. Мы можемъ это сдѣлать проще. Двуокись углерода дѣйствуетъ на горящія тѣла такъ же, какъ азотъ: они гаснутъ въ ней. Смотри, я ввожу горящую лучинку въ перевернутую внизъ пробирку: лучинка продолжаетъ горѣть; а въ поставленной прямо пробиркѣ лучинка гаснетъ.

Ученикъ. Значитъ, азоту и двуокиси углерода свойственна одна и та же реакція!

Учитель. Да, по ихъ отношенію къ горящей лучинкѣ. Но къ известковой водѣ они относятся различно: азотъ не даетъ съ ней никакого осадка. Нерѣдко случается, что свойства двухъ различныхъ веществъ оказываются сходными въ одномъ какомъ-нибудь отношеніи. Но въ томъ случаѣ, когда свойства веществъ оказываются различными хотя бы только въ одномъ какомъ-нибудь отношеніи, слѣдуетъ признать такія вещества различными. Что касается двуокиси углерода, то она во многомъ отлична отъ азота, напр., плотность ея значительно больше.

Ученикъ. Отчего, собственно, гаснетъ лучина въ двуокиси углерода? Вѣдь въ ней содержится кромѣ угля еще кислородъ?

Учитель. Хитрый вопросъ! При горѣніи лучины главнымъ образомъ сгораетъ углеродъ. Такимъ образомъ, онъ долженъ былъ бы вытѣснить изъ двуокиси тотъ углеродъ, который уже связанъ съ кислородомъ. Это почти равносильно тому, если бы ты самъ вздумалъ поднять себя на воздухъ.

Ученикъ. Такъ!

Учитель. Но другія вещества могутъ отнимать отъ двуокиси углерода кислородъ, напр., магній. Ты знаешь, ленту магнія можно зажечь, и она будетъ горѣть свѣтлымъ пламенемъ. Я наполню сейчасъ бутылку двуокисью углерода.

Ученикъ. Развѣ ты будешь собирать газъ не надъ водой?

Учитель. Этого не требуется. Я проведу его до дна бутылки, и онъ останется тамъ вслѣдствіе бо́льшей плотности сравнительно съ воздухомъ. А чтобы узнать наполнилась ли бутылка, поднесу къ ея горлышку зажженную лучинку; если она погаснетъ, то—бутылка полна, и двуокись углерода начала вытекать.

Ученикъ. Однако, это просто! Позволь мнѣ это сдѣлать. Такъ, теперь бутылка полна.

Учитель. Такъ какъ одна полоска магнія можетъ легко потухнуть, то я складываю нѣсколько кусочковъ ленты магнія вмѣстѣ, зажигаю ихъ и опускаю въ двуокись углерода.

Ученикъ. Съ какимъ трескомъ и брызгами сгораетъ магній!

Учитель. Ты видишь,—горѣніе протекаетъ иначе, чѣмъ въ воздухѣ. Получилось два вещества: бѣлое и черное. Бѣлое представляетъ окись магнія, черное — углеродъ изъ двуокиси углерода.

Ученикъ. Наконецъ-то удалось мнѣ его увидѣть!

Учитель. Ты разсмотришь его сейчасъ лучше. Я приливаю немного соляной кислоты; она растворяетъ окись магнія и оставляетъ углеродъ неизмѣненнымъ.

Ученикъ. Такъ, теперь все стало чернымъ. Но что тамъ пѣнится?

Учитель. Тамъ осталось немного металлическаго магнія. Онъ дѣйствуетъ на соляную кислоту какъ цинкъ и выдѣляетъ изъ нея водородъ. Я покажу тебѣ сейчасъ еще одно свойство двуокиси углерода. Я наполняю надъ водой еще одну бутылку газомъ. Оставивъ часть воды въ бутылкѣ и закрывъ пальцемъ отверстіе, сильно встряхиваю ее нѣсколько разъ. Ты видишь, палецъ съ силой удерживается, какъ-будто его присосало; это указываетъ, что внутри давленіе стало меньше. Если я открою теперь отверстіе, погрузивъ сначала горлышко въ воду, то довольно значительное количество воды устремляется внутрь. И если опять хорошенько встряхнуть бутылку и вообще нѣсколько разъ продѣлать все это, то оказывается, что почти вся бутылка заполняется водой. Что же означаетъ этотъ опытъ?

Ученикъ. Онъ указываетъ, что двуокись углерода поглощается водой.

Учитель. Да, она растворима въ водѣ въ довольно большомъ количествѣ. Литръ воды поглощаетъ при комнатной температурѣ почти литръ двуокиси углерода; вообще же, при низкой температурѣ—больше, при высокой меньше.

Ученикъ. Можетъ-быть, на этомъ и основано приготовленіе зельтерской воды? Мнѣ помнится, ты уже говорилъ что-то въ этомъ родѣ.

Учитель. Да, зельтерская вода представляетъ растворъ двуокиси углерода въ водѣ, содержащей кромѣ того еще нѣкоторыя соли.

Ученикъ. Но вѣдь такую воду обыкновенно называютъ углекислой водой.

Учитель. Вообще, въ обыденной жизни принято двуокись углерода называть угольной кислотой. Но это названіе, какъ и названіе кислородъ, является остаткомъ прежнихъ неправильныхъ представленій, а потому я хочу пріучить тебя употреблять съ самаго начала правильное названіе. — Отъ чего зависитъ шипѣніе зельтерской воды? Ты не забылъ еще, что́ я тебѣ по этому поводу говорилъ?

Ученикъ. Такъ какъ двуокись углерода была растворена въ водѣ подъ болѣе сильнымъ давленіемъ, то она снова выдѣляется, когда давленіе уменьшаютъ. Кромѣ того, ты говорилъ еще, что всегда растворяется равный объемъ газа, независимо отъ давленія.

Учитель. Совершенно вѣрно. Ты уже знаешь теперь, что вѣсовыя количества какого-нибудь газа, занимающаго при извѣстной температурѣ данной объемъ, относятся какъ...

Ученикъ. Какъ давленія.

Учитель. Да. Если же при различныхъ давленіяхъ постоянно растворяются одинаковые объемы газа, то какъ относятся тогда вѣсовыя количества его?

Ученикъ. Какъ давленія.

Учитель. Значитъ, при различныхъ давленіяхъ, растворяются различныя вѣсовыя количества газа, относящіяся, какъ давленія. Зельтерскую воду приготовляютъ обыкновенно при 4 атм. давленія; значитъ, въ ней находится въ четыре раза больше двуокиси углерода сравнительно съ тѣмъ количествомъ, которое можетъ быть поглощено при 1 атм.. Этотъ избытокъ газа и выдѣляется при выливаніи воды изъ бутылки и обусловливаетъ вспѣниваніе.

Ученикъ. Но есть еще другіе напитки, которые тоже пѣнятся, напр., пиво. И здѣсь это зависитъ отъ двуокиси углерода?

Учитель. Да. Только пиво не насыщаютъ газомъ подъ давленіемъ; двуокись углерода получается при образованіи пива изъ солода и остается въ растворѣ.

Ученикъ. Изъ чего же она получается?

Учитель. Въ солодѣ находится сахаръ, который разлагается при дѣйствіи дрожжей на винный спиртъ, остающійся въ пивѣ и обладающій свойствомъ производить опьяненіе, и на двуокись углерода, которая отчасти выдѣляется изъ раствора.

Ученикъ. Въ прошлый разъ, одинъ изъ моихъ товарищей говорилъ, что въ томъ домѣ, гдѣ онъ живетъ, помѣщается погребъ для пива, и что туда привозятъ бомбы съ двуокисью углерода. Что же это значитъ? Онъ указалъ мнѣ желѣзныя бутыли и сказалъ, что это—бомбы для двуокиси углерода.

Учитель. Въ бутыляхъ находится двуокись углерода въ жидкомъ состояніи. Она употребляется для поднятія пива изъ бочекъ подъ давленіемъ наверхъ.

Ученикъ. Жидкая двуокись углерода?

Учитель. Да, если двуокись углерода сжать дѣйствіемъ сильнаго насоса, то она, въ концѣ концовъ, становится жидкой какъ вода, да и видъ у нея почти такой же.

Ученикъ. Вѣроятно, приходится довольно сильно накачивать?

Учитель. Это зависитъ отъ температуры. При 0° необходимо давленіе въ 35,4 атм., при 20° — въ 58,8, а при —80° она становится жидкой уже при обыкновенномъ давленіи воздуха, т.-е. при 1 атм... Значитъ,—80° есть температура, при которой кипитъ жидкая двуокись углерода. Ея отношеніе къ перемѣнѣ температуры таково же, какъ и воды, пары которой производятъ тѣмъ большее давленіе, чѣмъ выше температура. Только для двуокиси углерода соотвѣтствующія температуры лежатъ много ниже.

Ученикъ. Слѣдовательно, двуокись углерода оказывается паромъ?

Учитель. Можешь и такъ ее назвать.

Ученикъ. Въ слѣдующій разъ попрошу отца моего товарища отлить мнѣ въ стаканъ немного жидкой двуокиси углерода: мнѣ интересно взглянуть, какова она.

Учитель. Это не удастся сдѣлать, ибо, стоитъ только вылить ее изъ стальной бутыли, какъ она тотчасъ же станетъ твердой какъ ледъ.

Ученикъ. Отъ чего это зависитъ?

Учитель. Ты знаешь, что при кипѣніи расходуется громадное количество теплоты; и это относится одинаково ко всѣмъ жидкостямъ, а слѣдовательно, и къ двуокиси углерода. Когда жидкая двуокись углерода придетъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ, давленіе котораго равно всего 1 атм., то она тотчасъ же начнетъ такъ сильно кипѣть и при этомъ будетъ расходовать такъ много тепла, что остальная часть ея застынетъ.

Ученикъ. Въ такомъ случаѣ, и воду можно было бы заморозить на счетъ кипѣнія! Но это представляется мнѣ немыслимымъ!

Учитель. Отчего-же? Надо только устроить такъ, чтобы вода могла кипѣть ниже 0°. А для этого необходимо лишь весьма слабое давленіе. Если помѣстить воду въ такое пространство, въ которомъ содержаніе воздуха крайне ничтожно, то дѣйствительно удается заморозить ее; тогда происходитъ именно то самое, что я сейчасъ описалъ, говоря о двуокиси углерода. Въ дѣйствительности даже существуютъ такія машины, которыя дѣлаютъ возможнымъ приготовленіе льда въ лѣтнюю пору именно такимъ способомъ. Ты видишь,—двуокись углерода еще въ томъ отношеніи сходна съ водой, что она можетъ существовать во всѣхъ трехъ формахъ состоянія. Жидкая двуокись углерода, благодаря примѣненію ея при фабрикаціи зельтерской воды и при розливѣ пива, стала теперь весьма важнымъ предметомъ торговли.

Ученикъ. Но откуда получаютъ такія большія количества ея.

Учитель. Она выдѣляется въ громадныхъ количествахъ изъ земли. Во многихъ мѣстахъ, именно тамъ, гдѣ находятся, или раньше находились вулканы, безпрерывно выходитъ на поверхность чистая двуокись углерода. Если же она на пути своемъ встрѣчается съ подземными источниками, то они насыщаются газомъ и выступаютъ на дневную поверхность

въ видѣ углекислыхъ или просто кислыхъ (Säuerlinge) минеральныхъ водъ.

Ученикъ. Почему кислыхъ?

Учитель. Потому что растворъ двуокиси углерода киселъ на вкусъ.

Ученикъ. Отсюда, вѣроятно, и названіе—угольная кислота.

Учитель. Да, оно стоитъ въ связи съ этимъ. Въ другихъ мѣстахъ двуокись углерода выдѣляется на дневную поверхность сама по себѣ и можетъ быть собрана и дѣйствіемъ сильныхъ насосовъ распредѣлена въ стальныя бутыли. Такіе источники двуокиси углерода находятся, напримѣръ, у Неаполя, близь Везувія. Въ одномъ мѣстѣ газъ выдѣляется внутри пещеры съ углубленнымъ дномъ и заполняетъ нижнюю часть ея приблизительно на полъ-метра; избытокъ газа, подобно водѣ, переливается черезъ порогъ пещеры. Поэтому люди могутъ безъ всякой опасности входить въ пещеру, такъ какъ ихъ тѣло находится поверхъ двуокиси углерода; собаки, напротивъ, задыхаются въ ней. Это—извѣстная Собачья пещера.

Ученикъ. И дѣйствительно въ ней допускаютъ собакъ задыхаться?

Учитель. Нѣтъ, чтобы оживить, ихъ своевременно выносятъ на воздухъ.

Ученикъ. Все-таки это жестоко! Но почему животныя задыхаются въ двуокиси углерода?

Учитель. По той же самой причинѣ, какъ и въ азотѣ: она не содержитъ свободнаго кислорода. Вообще говоря, двуокись углерода, подобно азоту, не ядовита: въ нашихъ легкихъ содержится довольно много ея.

Ученикъ. Какъ она туда попадаетъ?

Учитель. Изъ крови. Я уже говорилъ тебѣ, что кислородъ, доставляемый кровью въ различныя ткани тѣла, сжигаетъ содержащіе углеродъ пищевые продукты. При этомъ, какъ и при обыкновенномъ горѣніи, образуется двуокись углерода, которая затѣмъ поглощается кровью и которую мы наконецъ выдыхаемъ изъ легкихъ вмѣстѣ съ азотомъ воздуха.

Ученикъ. Стало-быть, въ воздухѣ, который я выдыхаю, должна содержаться двуокись углерода?

Учитель. Конечно. Возьми стаканъ съ известковой водой и попробуй вдувать въ нее воздухъ изъ легкихъ при помощи стеклянной трубки.

Ученикъ. Вѣрно, вода становится мутной, и образуется бѣлый осадокъ. Мнѣ остается теперь запомнить всѣ тѣ замѣчательныя явленія, о которыхъ ты сообщилъ мнѣ сегодня такъ много интереснаго!

---

30. Солнце.

Ученикъ. За это время у меня возникъ вопросъ, который мнѣ не удалось разрѣшить. Я узналъ теперь, что двуокись углерода образуется при горѣніи, дыханіи и тлѣніи, и что кромѣ того большое количество ея выдѣляется изъ земли. Все это попадаетъ въ воздухъ и должно здѣсь накопляться. Неужели воздухъ при такихъ условіяхъ не содержитъ въ себѣ громадныхъ количествъ двуокиси углерода?

Учитель. Нѣкоторое количество ея всегда содержится въ воздухѣ, но не очень много, всего около $^1/_{2000}$. И только въ закрытыхъ помѣщеніяхъ двуокись углерода скопляется въ большомъ количествѣ, гдѣ ея образуется много путемъ дыханія или броженія, или путемъ другихъ аналогичныхъ процессовъ. Что въ воздухѣ содержится двуокись углерода, ты можешь убѣдиться по образованію бѣлой корки на поверхности известковой воды, выставленной на воздухъ.

Ученикъ. Корки?.. Ахъ да, я понимаю: такъ какъ двуокись углерода можетъ дѣйствовать лишь на поверхностный слой воды, то и осадокъ образуется только въ этомъ мѣстѣ. Куда же однако исчезаетъ вся двуокись углерода, попадающая въ воздухъ? А можетъ-быть, сравнительно съ воздушнымъ океаномъ ея такъ мало, что накопленіе ея становится незамѣтнымъ?

Учитель. Ужъ, конечно, это было бы замѣтно. Нѣтъ, дѣло въ томъ, что въ природѣ установилось особое состояніе равновѣсія, при которомъ воздухъ теряетъ двуокиси углерода столько же, сколько получаетъ.

Ученикъ. Гдѣ же она остается?

Учитель. Ее потребляютъ растенія. Они разлагаютъ ее такимъ образомъ, что углеродъ остается въ нихъ, и служитъ для построенія отдѣльныхъ частей ихъ, тогда какъ кислородъ снова поступаетъ въ воздухъ въ газообразномъ состояніи.

Ученикъ. Значитъ, растенія приготовляютъ кислородъ? Нельзя ли посмотрѣть—какимъ образомъ?

Учитель. Это нетрудно показать. Возьмемъ довольно большую стеклянную воронку, наполнимъ ее зелеными листьями и, повернувъ широкимъ отверстіемъ внизъ, поставимъ ее въ какой-нибудь глубокій сосудъ съ налитой въ него свѣжей водой. Затѣмъ погрузимъ воронку такимъ образомъ, чтобы вся она наполнилась водой, и закупоримъ отверстіе пробкой. А теперь выставимъ все это на солнце (рис. 46).

Ученикъ. Позволь мнѣ нести большое ведро съ водой.

Учитель. Мы облегчимъ себѣ этотъ трудъ; я подставлю подъ воронку тарелку и выну ихъ вмѣстѣ, не опасаясь, что вода вытечетъ изъ воронки. Теперь, когда листья освѣщены солнцемъ, ты можешь видѣть, какъ начинаютъ подниматься пузырьки газа и скопляться въ верхней части воронки.

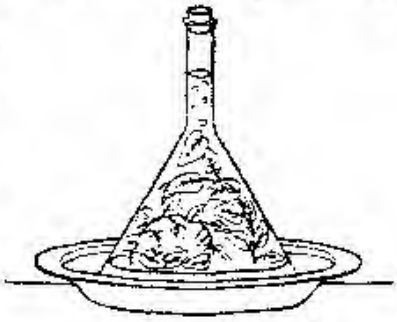

Рис. № 46.

Ученикъ. Не тотъ ли это газъ, который былъ растворенъ въ водѣ и который сталъ теперь выдѣляться благодаря нагрѣванію (стр. 120)?

Учитель. Нѣтъ, вода не можетъ такъ быстро нагрѣться. Предоставимъ солнцу дѣйствовать дальше, пока не получимъ нѣсколько кубическихъ сантиметровъ газа. Потомъ перенесемъ воронку въ большой сосудъ съ водой и будемъ ее держать такимъ образомъ, чтобы вода снаружи и внутри стояла на одномъ уровнѣ; вынувъ затѣмъ пробку, можемъ

при помощи тлѣющей лучинки убѣдиться, что въ воронкѣ дѣйствительно содержится кислородъ.

Ученикъ. Прекрасный опытъ! Я смотрю теперь на растенія совсѣмъ иначе. Вѣдь они являются для насъ величайшими благодѣтелями. Мнѣ и въ голову не приходило раньше, что путемъ дыханія, горѣнія и т. д., въ концѣ концовъ, долженъ былъ бы израсходоваться весь кислородъ. Между тѣмъ, растенія снова возвращаютъ его намъ.

Учитель. Ты видишь,—мы зависимъ отъ растеній не потому только, что они доставляютъ намъ необходимую пищу, но потому еще, что мы обязаны имъ тѣмъ кислородомъ, на счетъ котораго сгораетъ усвоенная нами пища.

Ученикъ. Первое я не вполнѣ ясно понялъ. Вѣдь мы ѣдимъ не только растительную пищу, но также довольно много мяса.

Учитель. Но животныя, мясо которыхъ мы ѣдимъ, питаются, въ свою очередь, растительной пищей. Мы ѣдимъ только травоядныхъ животныхъ, а не плотоядныхъ. Да и эти послѣднія живутъ на счетъ травоядныхъ животныхъ. Такимъ образомъ, человѣкъ и животныя дѣйствительно не могутъ обойтись безъ растеній.

Ученикъ. Да, это вѣрно. Но если растенія доставляютъ въ воздухъ кислородъ, то въ лѣсахъ воздухъ долженъ быть гораздо богаче кислородомъ? Можетъ-быть, этимъ и объясняется, что мы любимъ гулять въ лѣсу, и что вообще очень полезно жить въ деревнѣ.

Учитель. Нѣтъ, это зависитъ не отъ того. Разница между содержаніемъ кислорода въ лѣсу и внѣ его, или въ воздухѣ городовъ и деревень, очень ничтожна, едва замѣтна.

Ученикъ. Какъ же такъ? Развѣ это не противорѣчитъ тому, что ты мнѣ сейчасъ говорилъ?

Учитель. Благодаря безпрерывному движенію воздуха происходитъ столь быстрый обмѣнъ его, что составъ его постоянно уравновѣшивается. Умѣренный вѣтеръ пролетаетъ 1 километръ въ двѣ минуты; поэтому ты легко можешь представить себѣ, какъ быстро переносится воздухъ изъ лѣса въ городъ и обратно.

Ученикъ. А какъ обстоитъ это въ океанѣ?

Учитель. Тамъ происходитъ тоже самое: вода населена не только животными, но также и растеніями, а именно—безчисленнымъ множествомъ очень мелкихъ растеній. Они живутъ таяъ же, какъ и наземныя растенія, но только перерабатываютъ и заимствуютъ двуокись углерода не изъ воздуха, а изъ воды и кислородъ выдѣляютъ также въ растворенномъ видѣ. Растворенный кислородъ поглощается рыбами и другими морскими животными, которыя тоже пользуются энергіей, развивающейся при горѣніи усвоенной ими пищи.

Ученикъ. Да, онѣ дышатъ жабрами. Что это собственно означаетъ?

Учитель. Онѣ пропускаютъ содержащую кислородъ воду черезъ органы, въ которые, какъ и въ легкія, притекаетъ кровь и въ которыхъ происходитъ обмѣнъ на кислородъ двуокиси углерода, принесенной кровью изъ разныхъ тканей.

Ученикъ. Значитъ, происходитъ то же самое, что и у дышащихъ воздухомъ животныхъ, но только посредникомъ здѣсь является вода.

Учитель. Совершенно вѣрно. Кромѣ того, есть еще такія животныя, у которыхъ вода проходитъ непосредственно черезъ ткани, гдѣ и происходитъ обмѣнъ газовъ.

Ученикъ. Какъ хорошо совершается въ природѣ этотъ круговоротъ углерода и кислорода: что не нужно болѣе животнымъ, усваиваютъ растенія, а что не нужно растеніямъ, тѣмъ пользуются животныя. То же самое происходитъ, вѣроятно, съ азотомъ?

Учитель. Да. Но только азотъ долженъ оставаться, какъ тебѣ извѣстно (стр. 185), связаннымъ.

Ученикъ. Я припоминаю. Та часть связаннаго азота, которая расходуется, переходя въ свободное состояніе, пополняется вновь благодаря тѣмъ превращеніямъ, которыя происходятъ въ почвѣ. Такимъ образомъ, все протекаетъ въ самомъ строгомъ порядкѣ. Но объясни, пожалуйста, я уже давно собираюсь спросить тебя объ этомъ,—почему листья для выдѣленія кислорода должны стоять на солнцѣ?

Учитель. Собственно говоря, ты могъ бы самъ на это отвѣтить. Когда углеродъ сгораетъ въ двуокись угле-

рода, освобождается, какъ ты знаешь, громадное количество теплоты.

Ученикъ. Да, на счетъ этой-то теплоты и совершается бо́льшая часть работы, производимой машинами, людьми и животными.

Учитель. Значитъ, чтобы вновь разложить двуокись углерода, необходимо затратить такое же точно количество работы, какое освободилось во время соединенія. Откуда же заимствуютъ растенія эту работу?

Ученикъ. Я еще не думалъ объ этомъ. Ты говорилъ что-то про солнце; можетъ-быть, отъ него?

Учитель. Конечно! Жизнь растеній носитъ двойственный характеръ. Съ одной стороны, они, подобно животнымъ, должны производить работу: должны всасывать воду, увеличиваться въ размѣрахъ, цвѣсти и приносить плоды, и еще многое другое. Они тоже не могутъ создать эту работу изъ ничего и потому, чтобы получить необходимую энергію, вынуждены расходовать пищу. Но они отличаются отъ животныхъ въ томъ отношеніи, что сами приготовляютъ себѣ необходимую пищу, а потребную для этого работу, или энергію, они заимствуютъ у солнечнаго луча.

Ученикъ. Ты сказалъ, что растенія, подобно животнымъ, совершаютъ работу на счетъ пищи. Въ такомъ случаѣ, они должны вырабатывать двуокись углерода?

Учитель. Они и дѣлаютъ это. И въ этомъ заключается двойственный характеръ жизни растеній. Они производятъ работу точно такъ же, какъ животныя, добывая необходимую энергію на счетъ сгорающей въ нихъ пищи. Но, кромѣ того, они накопляютъ энергію, заимствованную у солнечныхъ лучей, при чемъ накопляютъ много больше энергіи, нежели расходуютъ, такъ какъ имъ нуженъ запасъ на то время, когда царитъ тьма. Поэтому они во всякое время вырабатываютъ двуокись углерода, но это становится замѣтнымъ лишь въ темнотѣ, ибо на солнечномъ свѣтѣ они вырабатываютъ одновременно кислородъ, количество котораго значительно превосходитъ количество выдѣляющейся за тотъ же промежутокъ времени двуокиси углерода.

Ученикъ. Какимъ же образомъ усваиваютъ растенія солнечную энергію?

Учитель. Объ этомъ имѣется довольно мало свѣдѣній. Насколько извѣстно, только зеленыя растенія могутъ усваивать солнечную энергію. Незеленыя растенія, напримѣръ, грибы, живутъ подобно животнымъ, на счетъ растительной пищи, гніющихъ листьевъ и т. п.. Неизвѣстно также, что образуется первоначально изъ двуокиси углерода въ листьяхъ, гдѣ происходитъ эта работа; первымъ веществомъ, которое удалось тамъ доказать, былъ крахмалъ. Ты долженъ поэтому представить себѣ зеленыя клѣточки растеній въ видѣ маленькихъ химическихъ лабораторій, приспособленныхъ для приготовленія необходимыхъ растенію веществъ и для превращенія солнечнаго свѣта, или лучистой энергіи солнца, въ энергію химическихъ соединеній.

Ученикъ. Значитъ, наша жизнь зависитъ исключительно отъ солнца? Впрочемъ, я припоминаю, ты говорилъ уже (стр. 178), что движеніе воды и воздуха на поверхности земли зависитъ тоже отъ солнечной теплоты. Такимъ образомъ, все, что происходитъ на землѣ, зависитъ только отъ солнца.

Учитель. Это почти вполнѣ вѣрно, ибо я знаю дѣйствительно всего одно явленіе другого рода, это—явленіе морскихъ приливовъ и отливовъ, работа которыхъ оспаривается у солнца вращеніемъ земли вмѣстѣ съ силой притяженія, производимой на землю луной. Но все это крайне ничтожно по сравненію съ тѣмъ, что производитъ солнце.

Ученикъ. Чѣмъ же объясняется то, что все зависитъ отъ солнца?

Учитель. Это объясняется тѣмъ, что солнечное лучеиспусканіе представляетъ единственный источникъ энергіи, которымъ мы можемъ пользоваться. А такъ какъ все, что вообще совершается, можетъ произойти только благодаря работѣ, или энергіи, то понятно,—все должно зависѣть отъ источника энергіи.

Ученикъ. Мнѣ уже не представляется теперь такимъ важнымъ круговоротъ элементовъ, которымъ я недавно такъ заинтересовался.

Учитель. Да, это дѣйствительно имѣетъ менѣе важное значеніе для жизни природы, чѣмъ потокъ энергіи, посылаемой солнцемъ на землю, усваваемой растеніями, скопляющейся въ нихъ и дѣлающей въ силу этого возможнымъ существованіе всей остальной жизни. Ты можешь представить себѣ эти отношенія въ видѣ водяной мельницы. Элементы—вращающееся колесо, которое постоянно пользуется работой падающей воды. А падающая вода представляетъ солнечные лучи, безъ которыхъ мельница жизни должна немедленно остановиться.

КОНЕЦЪ ПЕРВОЙ ЧАСТИ.

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

Стран.	Строка.	Напечатано.	Должно быть.
7	16 св.	слѣдовательно	слѣдовательно
19	11 сн.	опятъ	опять
46	3 „	335	3375
50	19 „	плотность	плотность
70	11 „	одугія	другія
74	12 св.	поставлю	ставлю
75	14 св.	Еслы	Если
97	1 „	фіолетовой	фіолетовый
156	2 „	близъ	близь
158	11 св.	все	все время
198	3 сн.	трубку	трубу
200	8 „	когда	когда я
240	17 св.	данной	данный.